RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Seduta del 10 aprile 1904.

P. Blaserna, Vicepresidente.

MEMORIE E NOTE
DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Fisica matematica. — *Sull'applicazione del metodo delle immagini alle equazioni dell'elasticità.* Nota del Corrispondente C. Somigliana [1].

In una Nota inserita nei Rendiconti di questa R. Accademia nel febbraio del 1902 [2] ho dimostrato un teorema che può considerarsi come equivalente al principio delle immagini di Lord Kelvin rispetto alle equazioni della elasticità nel caso di corpi limitati da piani, e ne ho date alcune applicazioni per la integrazione delle equazioni stesse in alcuni casi già noti ed in altri non ancora trattati. Ritorno ora su quel teorema per mostrarne in via generale le applicazioni e passare rapidamente in rassegna i nuovi problemi di statica elastica che mediante di esso si possono risolvere.

1. Dalle equazioni dell'equilibrio elastico, quando le forze di massa sono nulle come sempre supporremo in seguito, con un procedimento ben noto si ottiene la relazione.

$$(1) \qquad \int_s (Lu + Mv + Nw)\, ds + 2\int_S \Pi\, dS = 0$$

(1) Presentata nella seduta del 20 marzo 1904.

(2) *Sul principio delle immagini di Lord Kelvin e le equazioni della elasticità.*

ove u, v, w sono le componenti dello spostamento elastico, L, M, N quelle delle forze applicate sulla superficie, Π il potenziale d'elasticità, S lo spazio occupato dal corpo, s la sua superficie.

Questa relazione serve, come è notissimo, a dimostrare l'unicità della soluzione delle equazioni di equilibrio (all'infuori di movimenti rigidi del corpo) quando sopra la superficie s sono conosciute le componenti u, v, w oppure le L, M, N od anche alcune delle prime ed alcune delle seconde, in modo però che annullando questi elementi il trinomio $Lu + Mv + Nw$ si annulli parimenti.

Ora indichiamo con P_n la componente della pressione esterna secondo la normale alla superficie e con $P_t, P_{t'}$, le componenti della stessa pressione secondo due direzioni comunque fissate nel piano tangente, ad esempio secondo le due direzioni delle linee di curvatura della superficie s nel punto che si considera. Analogamente indichiamo con $s_n, s_t, s_{t'}$, le componenti dello spostamento secondo le stesse direzioni. Avremo

$$Lu + Mv + Nw = P_n s_n + P_t s_t + P_{t'} s_{t'}$$

e quindi sostituendo nella (1)

$$\int_s (P_n s_n + P_t s_t + P_{t'} s_{t'})\, ds + 2 \int_S \Pi\, dS = 0.$$

Da questa relazione risulta che la deformazione del corpo sarà determinata quando siano date sulla superficie s:

1° $\quad s_n , P_t , P_{t'}$

oppure

2° $\quad P_n , s_t , s_{t'}$;

cioè, nel primo caso, la componente normale dello spostamento e le componenti tangenziali della pressione, o anche, possiamo dire, la componente normale dello spostamento e *la componente tangenziale* della pressione, intendendo che questa componente sia data in grandezza e direzione. Nel secondo caso potremo dire che il problema dell'equilibrio è determinato quando sulla superficie sia nota la componente normale della pressione e la componente tangenziale dello spostamento.

Quando sulla superficie invece siano date

3° $\quad s_n , s_t , s_{t'}$

4° $\quad P_n , P_t , P_{t'}$

abbiamo i casi che più ordinariamente si considerano e che sono anche quelli che più comunemente si presentano in questioni meccaniche. Ma anche i problemi primo e secondo sono stati in alcuni casi studiati, e non è escluso che corrispondano ad effettivi problemi meccanici. Così quando si abbia un

corpo soggetto alla pressione dell'ambiente, ad es. della pressione atmosferica e questa pressione sia nota, basterà, per conoscerne la deformazione, che siano conosciute le componenti tangenziali degli spostamenti subiti dai punti della sua superficie.

I problemi che si possono anzitutto risolvere col metodo delle immagini appartengono alla categoria dei casi primo e secondo; potremo chiamarli i *problemi alterni.*

È poi quasi superfluo osservare che si possono dare anche problemi nei quali sopra parte della superficie del corpo sono date le condizioni del caso primo e sulle rimanenti quelle del secondo. Come ho già mostrato nella Nota citata, col metodo delle immagini possono in certi casi risolversi anche problemi di questa specie.

2. Il teorema che ho ricordato da principio può essere enunciato nel mode seguente (1):

Se un corpo limitato dal piano $z = \delta$ *ammette come piani di simmetria elastica i piani a questo paralleli, ed è in equilibrio quando in esso avviene la deformazione*

$$u(x, y, z) \ , \ v(x, y, z) \ , \ w(x, y, z)$$
$$\mathrm{L} \ , \ \mathrm{M} \ , \ \mathrm{N} \ ;$$

esso sarà pure in equilibrio per la deformazione

$$u(x, y, 2\delta - z) \ , \ v(x, y, 2\delta - z) \ , \ w(x, y, 2\delta - z)$$
$$-\mathrm{L} \ , \ -\mathrm{M} \ , \ \mathrm{N} \ .$$

Indicheremo con $u', v', w', \mathrm{L}', \mathrm{M}', \mathrm{N}'$ questa seconda deformazione; avremo allora per $z = \delta$

$$(2) \qquad u - u' = 0 \ , \ v - v' = 0 \ , \ w + w' = 0$$

$$(2') \qquad \mathrm{L} + \mathrm{L}' = 0 \ , \ \mathrm{M} + \mathrm{M}' = 0 \ , \ \mathrm{N} - \mathrm{N}' = 0$$

ed è chiaro che il processo che serve a passare dalla prima deformazione alla seconda, applicato a questa, riproduce la prima. Perciò le due deformazioni si possono dire ottenute l'una dall'altra per *riflessione* sul piano $z = \delta$.

Supponiamo ora che il piano limitante il corpo sia riferito ad una terna di assi ortogonali orientati in modo qualunque e indichiamo con α, β, γ i coseni di direzione della normale ad esso, diretta, se vuolsi, verso l'interno del corpo.

Indichiamo poi con λ, μ, ν i coseni di una direzione qualsiasi normale alla precedente; per cui sarà:

$$\alpha\lambda + \beta\mu + \gamma\nu = 0 \ .$$

(1) Nella Nota citata il teorema è dimostrato nella ipotesi $\delta = 0$; ma è assai facile constatare che questa limitazione non è necessaria.

È chiaro allora che le relazioni (2) si potranno scrivere nella forma seguente:

$$(3)\qquad \begin{aligned} \alpha u + \beta v + \gamma w &= -\alpha u' - \beta v' - \gamma w' \\ \lambda u + \mu v + \nu w &= \quad \lambda u' + \mu v' + \nu w' \end{aligned}$$

dove λ, μ, ν conservano il loro significato di coseni di una direzione *qualunque* normale ad α, β, γ.

Analogamente le relazioni (2′) si possono scrivere

$$(3')\qquad \begin{aligned} \alpha L + \beta M + \gamma N &= \quad \alpha L' + \beta M' + \gamma N' \\ \lambda L + \mu M + \nu N &= -\lambda L' - \mu M' - \nu N' \end{aligned}$$

E queste relazioni saranno verificate sul piano limite del corpo, la cui equazione sarà:

$$(4)\qquad \alpha x + \beta y + \gamma z = \delta .$$

Indichiamo con $(X, Y, Z), (X', Y', Z')$ le coordinate di due punti simmetrici rispetto al piano parallelo al piano (4) e passante per l'origine, avente quindi per equazione

$$(5)\qquad \alpha x + \beta y + \gamma z = 0 .$$

Avremo

$$\frac{X - X'}{\alpha} = \frac{Y - Y'}{\beta} = \frac{Z - Z'}{\gamma}$$

e chiamando $2h$ il valore comune di questi rapporti

$$(6)\qquad \begin{aligned} X = X' + 2\alpha h \ , \ Y = Y' + 2\beta h \ , \ Z = Z' + 2\gamma h \\ h = \alpha X + \beta Y + \gamma Z = -\alpha X' - \beta Y' - \gamma Z' \end{aligned}$$

Perciò, ricordando il significato di λ, μ, ν, possiamo scrivere

$$(7)\qquad \begin{aligned} \alpha(X + X') + \beta(Y + Y') + \gamma(Z + Z') &= 0 \\ \lambda(X - X') + \mu(Y - Y') + \nu(Z - Z') &= 0 \end{aligned}$$

e da queste due relazioni e dalla

$$\alpha\lambda + \beta\mu + \gamma\nu = 0$$

eliminando λ, μ, ν ritroviamo le relazioni (6) che legano le coordinate dei due punti simmetrici considerati.

Similmente se invece del punto simmetrico (X', Y', Z') consideriamo il punto (X'', Y'', Z'') che si ottiene da (X', Y', Z') con un'inversione rispetto all'origine delle coordinate (e che per brevità diremo l'*antisimmetrico* del punto (X, Y, Z) rispetto al piano (5) ed all'origine) troviamo

$$\frac{X + X''}{\alpha} = \frac{Y + Y''}{\beta} = \frac{Z + Z''}{\gamma}$$

da cui

$$X = -X'' + 2\alpha h \ , \ Y = -Y'' + 2\beta h \ , \ Z = -Z'' + 2\gamma h$$
$$h = \alpha X + \beta Y + \gamma Z = \alpha X'' + \beta Y'' + \gamma Z''$$

E invece dalle due relazioni (7) troviamo

$$(7') \qquad \begin{aligned} &\alpha(X - X'') + \beta(Y - Y'') + \gamma(Z - Z') = 0 \\ &\lambda(X + X'') + \mu(Y + Y'') + \nu(Z + Z'') = 0 \end{aligned}$$

da cui parimenti eliminando λ , μ , ν si ritrovano le relazioni che legano le coordinate di un punto a quelle del suo punto antisimmetrico.

Ora se confrontiamo le relazioni (7) (7') colle (3) (3') vediamo che esse sono rispettivamente della stessa forma. Possiamo quindi enunziare le proprietà precedentemente esposte riguardo a due sistemi di spostamenti ottenuti per riflessione sopra un piano, dicendo che *sopra questo piano esistono fra le componenti di spostamento le relazioni di simmetria e fra le componenti delle pressioni corrispondenti le relazioni dell'antisimmetria rispetto al piano parallelo passante per l'origine.*

Vediamo ora come si possano rappresentare in generale gli spostamenti riflessi in funzione degli spostamenti dati $u(x , y , z) , v(x , y , z) , w(x , y , z)$.

Poniamo

$$u_1 = u(x' , y' , z') \ , \ v_1 = v(x' , y' , z') \ , \ w_1 = w(x' , y' , z') \ ,$$

dove con x' , y' , z' intendiamo le coordinate del punto simmetrico di x , y , z rispetto al piano (4), cioè

$$x' = x - 2\alpha s \ , \ y' = y - 2\beta s \ , \ z' = z - 2\gamma s$$
$$s = \alpha x + \beta y + \gamma z - \delta .$$

Avremo allora

$$\begin{aligned} u' &= u_1 - 2\alpha(\alpha u_1 + \beta v_1 + \gamma w_1) \\ v' &= v_1 - 2\beta(\alpha u_1 + \beta v_1 + \gamma w_1) \\ w' &= w_1 - 2\gamma(\alpha u_1 + \beta v_1 + \gamma w_1) \end{aligned}$$

e queste sono le formole cercate, dalle quali reciprocamente si possono immediatamente ricavare le relazioni (3) valide per $s = 0$.

Dalle (3') poi risulta che le relazioni che esistono fra le componenti delle pressioni sul piano $s = 0$, si possono porre sotto la forma

$$\begin{aligned} L' &= -L + 2\alpha(\alpha L + \beta M + \gamma N) \\ M' &= -M + 2\beta(\alpha L + \beta M + \gamma N) \\ N' &= -N + 2\gamma(\alpha L + \beta M + \gamma N) . \end{aligned}$$

3. Richiamate così sotto forma più generale le proprietà che già avevo dimostrate nella Nota più volte citata, possiamo proporci di cercarne le ap-

plicazioni alla risoluzione di problemi d'equilibrio per corpi limitati da piani. I risultati già ottenuti ed esposti nella Nota indicata e la teoria delle divisioni regolari dello spazio ci permettono di prevedere facilmente i risultati, a cui si arriva. Difatti i campi, pei quali risultava risoluto il problema statico, erano campi appartenenti a casi speciali di divisioni regolari dello spazio, mediante piani.

È quindi naturale di cominciare a considerare il caso di un campo qualsiasi appartenente ad una divisione regolare dello spazio mediante piani passanti per un punto. In seguito si potranno poi considerare anche divisioni dello spazio mediante piani qualsiasi (1).

Supponiamo dunque di avere un *gruppo simmetrico* di n piani di una stella, tali cioè che costruendo per riflessione le immagini di $n-1$ piani del gruppo rispetto al rimanente, il sistema rientri sempre in sè stesso. Come è noto tali sistemi si ottengono considerando i piani di simmetria dei poliedri regolari e dànno le divisioni regolari di una superficie sferica, che abbia il centro nel centro della stella, cioè dividono la superficie stessa in poligoni congruenti o simmetrici. Lo spazio risulta parimenti diviso in un certo numero di angoli solidi uguali o simmetrici. Noi ci proporremo di studiare col metodo delle immagini la deformazione di uno degli angoli solidi così determinati, supponendo che sia costituito da materia isotropa od avente per piani di simmetria i piani stessi del gruppo.

Scelto ad arbitrio nell'interno di uno di questi angoli solidi Ω_1 un punto M_1, costruiamone le immagini rispetto a tutti i piani del gruppo, e così procediamo poi rispetto a ciascuna di queste immagini. Otterremo un gruppo finito di un numero pari di punti che indicheremo con $2m$. Supponiamo di aver costruito successivamente in un certo ordine tutte queste immagini partendo da M_1. Ciascuno degli angoli solidi, considerato insieme al punto che in esso si trova, costituisce una figura congruente o simmetrica alla primitiva che indicheremo con $\Omega_1(M_1)$; sarà uguale se ottenuta con un numero pari di riflessioni, simmetrica nel caso opposto.

Perciò indicando con numeri $1, 2, \ldots 2m$ le successive riflessioni nell'ordine indicato, saranno

$$\Omega_1(M_1)\ ,\ \Omega_3(M_3)\ ,\ \ldots\ \Omega_{2m-1}(M_{2m-1})\ ,$$

angoli solidi congruenti, e

$$\Omega_2(M_2)\ ,\ \Omega_4(M_4)\ ,\ \ldots\ \Omega_{2m}(M_{2m})$$

angoli solidi simmetrici.

Siano ora

$$u_1 = u(x, y, z)\ ,\ v_1 = v(x, y, z)\ ,\ w_1 = w(x, y, z)$$

(1) Circa la teoria generale delle divisioni regolari dello spazio cfr. Schöflies, *Krystallsysteme und Krystallstructur*; Klein, *Vorlesungen über das Ikosaeder*.

le componenti di spostamento relative ad una deformazione elastica dell'angolo solido Ω_1, vale a dire una terna di integrali delle equazioni d'equilibrio dati nello spazio Ω_1. Noi potremo costruire altre $2m - 1$ terne di integrali partendo dalla terna data con riflessioni successive sui piani del gruppo, corrispondenti cioè alle $2m - 1$ riflessioni colle quali si genera il gruppo dei punti $M_1, M_2, \ldots M_{2m}$ partendo dal punto M_1.

Ciascuna di queste terne soddisferà alle equazioni di equilibrio al pari della prima, se, come abbiamo supposto, i piani del gruppo sono piani di simmetria elastica per la sostanza di cui il corpo è composto, ed il loro insieme costituirà un *gruppo di integrali* delle equazioni di equilibrio, gruppo che possiamo considerare come *olomorfo* al gruppo dei punti M.

Noi indicheremo con u_i, v_i, w_i il sistema di spostamenti ottenuto mediante la riflessione che genera il punto M_i; e sommando insieme gli spostamenti corrispondenti alle riflessioni di ordine pari e quelli corrispondenti alle riflessioni di ordine dispari, potremo costruire i due sistemi di spostamenti

$$(12)\qquad \begin{aligned} U' &= \sum_{i=1}^{m} u_{2i} \quad , \quad U'' = \sum_{i=1}^{m} u_{2i-1} \\ V' &= \sum_{i=1}^{m} v_{2i} \quad , \quad V'' = \sum_{i=1}^{m} v_{2i-1} \\ W' &= \sum_{i=1}^{m} w_{2i} \quad , \quad W'' = \sum_{i=1}^{m} w_{2i-1} \end{aligned}$$

che daranno nuovi integrali delle equazioni di equilibrio nello spazio Ω_1.

Ora un piano del gruppo è piano di simmetria per il gruppo dei $2m$ punti M; in particolare quindi lo sono i piani che limitano l'angolo solido Ω_1. Se costruiamo del gruppo dei punti dispari

$$M_1 \ , \ M_3 \ , \ \ldots \ M_{2m-1}$$

le immagini rispetto ad uno qualsiasi dei piani del gruppo, otterremo sempre in un certo ordine il gruppo dei punti pari

$$M_2 \ , \ M_4 \ , \ \ldots \ M_{2m}.$$

Lo stesso deve avvenire per le nostre terne di integrali; perciò gli spostamenti

$$U', V', W' \quad , \quad U'', V'', W''$$

definiti dalle relazioni precedenti si potranno considerare come *due sistemi di spostamenti ottenuti l'uno dall'altro per riflessione sopra uno qualsiasi dei piani del gruppo.*

Indichiamo con $\alpha_1\ \beta_1\ \gamma_1$, $\alpha_2\ \beta_2\ \gamma_2$, ... i coseni di direzione delle normali alle faccie dell'angolo solido Ω_1 e con $\lambda_1\ \mu_1\ \nu_1$, $\lambda_2\ \mu_2\ \nu_2$, ... i coseni di una

direzione qualsiansi giacente nelle faccie stesse. Per il teorema fondamentale dimostrato, avremo che sopra una faccia σ_i qualsiasi di Ω_1 saranno verificate le relazioni

$$\alpha_i(U' + U'') + \beta_i(V' + V'') + \gamma_i(W' + W'') = 0$$
$$\lambda_i(U' + U'') + \mu_i(V' - V'') + \nu_i(W' - W'') = 0.$$

E analogamente considerando le componenti L', M', N', e L'', M'', N'' delle pressioni superficiali che mantengono l'equilibrio quando avvengono nello spazio Ω_1 rispettivamente le due deformazioni rappresentate dalle (12), avremo che sopra una faccia σ_i qualsiasi di Ω_1 risulteranno verificate le relazioni

$$\alpha_i(L' - L'') + \beta_i(M' - M'') + \gamma_i(N' - N') = 0$$
$$\lambda_i(L' + L'') + \mu_i(M' + M'') + \gamma_i(N' + N'') = 0.$$

Da queste relazioni risulta che *la deformazione*

$$U_1 = U' + U'' \ , \ V_1 = V' + V'' \ , \ W_1 = W' + W''$$

avrà su tutta la superficie di Ω_1 *nulla la componente normale di spostamento e la componente tangenziale di pressione.*

Reciprocamente *la deformazione*

$$U_2 = U' - U'' \ , \ V_2 = V' - V'' \ , \ W_2 = W' - W''$$

avrà su tutta la superficie di Ω_1 *nulla la componente tangenziale di spostamento e la normale di pressione.*

L'applicazione di questi risultati alla risoluzione dei problemi alterni d'equilibrio dell'angolo solido Ω_1 si fa in modo analogo a quello che ho indicato nel caso dello spazio limitato da un piano e nel caso del diedro e del triedro rettangoli. Però prima di trattare di queste applicazioni, gioverà formarci un'idea più completa della natura delle soluzioni che abbiamo potuto costruire mediante le considerazioni precedenti.

4. Supponiamo dato in tutto lo spazio un campo vettoriale qualsiasi, le cui componenti nel punto (x, y, z) siano

$$u_1 = u(x, y, z) \ , \ v_1 = v(x, y, z) \ , \ w_1 = w(x, y, z)$$

e consideriamo il campo riflesso, rispetto al piano $z = 0$,

$$u_2 = u(x, y, -z) \ , \ v_2 = v(x, y, -z) \ , \ w_2 = -w(x, y, -z)$$

che potremo parimenti supporre dato in tutto lo spazio. Colla composizione di questi due, noi possiamo costruire i due nuovi campi

$$U' = u_1 + u_2 \ , \ V' = v_1 + v_2 \ , \ W' = w_1 + w_2$$
$$U'' = u_1 - u_2 \ , \ V'' = v_1 - v_2 \ , \ W'' = w_1 - w_2$$

nei quali i vettori corrispondenti a due punti simmetrici rispetto al piano $z = 0$ hanno fra loro relazioni assai semplici. Di fatti, cambiando z in $-z$ in U', V', W' restano inalterate U', V' mentre W' cambia di segno. Perciò, se noi immaginiamo costruito in ogni punto dello spazio il vettore che gli appartiene, coll'origine nel punto stesso, avremo che, nei punti simmetrici rispetto al piano $z = 0$, i vettori (U', V', W') saranno simmetrici l'uno dell'altro rispetto allo stesso piano. Il campo si potrà dire *un campo vettoriale simmetrico* rispetto al piano $z = 0$.

Se invece cambiamo z in $-z$ nelle U'', V'', W'' cambiano di segno U'', V'', resta immutata W''. Il vettore nel punto simmetrico si otterrà invertendo il senso del vettore che si aveva nel caso precedente. Un tal vettore si potrà chiamare *antisimmetrico* del vettore corrispondente al punto (x, y, z) rispetto al piano $z = 0$, ed il campo (U'', V'', W'') si dirà *un campo vettoriale antisimmetrico* rispetto al piano medesimo.

È chiaro poi che, per ragioni di simmetria e come risulta dalle formole precedenti, in un campo simmetrico il vettore nei punti del piano di simmetria dovrà essere diretto parallelamente al piano stesso, e dovrà invece essere normale al piano in un campo antisimmetrico.

Gli integrali che noi abbiamo dapprima considerato per le equazioni dell'equilibrio elastico possono appunto considerarsi come rappresentanti campi vettoriali aventi un piano di *simmetria* o di *antisimmetria*, in cui il vettore è dato dallo spostamento.

Considerando poi dei gruppi più complessi di integrali, come abbiamo visto, si possono costruire mediante somme o differenze degli integrali del gruppo, dei nuovi integrali i quali hanno per piani di simmetria o di antisimmetria i piani di un gruppo simmetrico di piani.

I campi vettoriali corrispondenti hanno quindi come piani di simmetria o di antisimmetria tutti i piani del gruppo. Noi li diremo *simmetrici od antisimmetrici rispetto al gruppo di questi piani.*

In ciascuno di tali piani il vettore giace nel piano stesso nel caso della simmetria ed è invece normale nel caso dell' antisimmetria. Sono queste appunto le proprietà che stanno a base della applicazione di questi campi alla integrazione delle equazioni d'equilibrio.

Per dare un'idea più completa della distribuzione dei vettori aggiungiamo due figure, nella prima delle quali abbiamo rappresentata la posizione del vettore nei sei punti di un gruppo determinato da tre piani di simmetria

passanti per una retta ed inclinati fra loro di 120°, quando il campo è simmetrico.

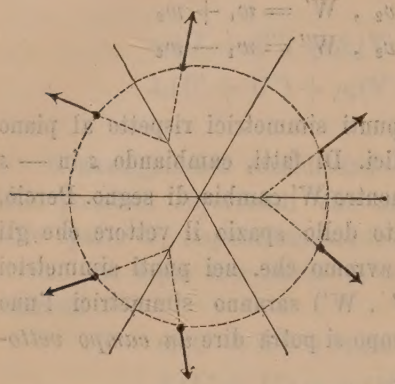


FIG. 1.

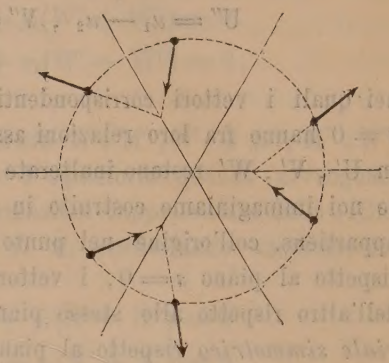


FIG. 2.

Nella seconda abbiamo invece la posizione del vettore nei sei punti stessi quando il campo è antisimmetrico. Per semplicità il vettore è supposto normale all'asse dei tre piani.

5. Per ottenere la risoluzione dei problemi alterni di equilibrio relativi ai campi Ω_1 basta ricorrere alle formole rappresentative, analoghe a quella di Green, che si possono stabilire per le componenti dello spostamento elastico ed al metodo d'integrazione che immediatamente ne deriva. Ciò torna lo stesso, che prendere come spostamenti ausiliari nel procedimento che serve a stabilire quelle formole degli integrali che abbiano un punto isolato di infinito di 1° ordine in Ω_1, ed inoltre siano simmetrici od antisimmetrici rispetto al gruppo dei piani che determinano Ω_1.

Nel caso della isotropia si potranno considerare dapprima gli integrali

$$(13)\quad \begin{aligned} u_1 &= (\omega^2 - \Omega^2)\frac{\partial^2 r}{\partial x^2} + \frac{2\omega^2}{r} \\ v_1 &= (\omega^2 - \Omega^2)\frac{\partial^2 r}{\partial x\,\partial y} \qquad r = \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)} \\ w_1 &= (\omega^2 - \Omega^2)\frac{\partial^2 r}{\partial x\,\partial z} \end{aligned}$$

(Ω, ω essendo le due costanti elastiche del corpo) e costruire col procedimento indicato al n. 3 il gruppo degli integrali corrispondenti al gruppo dei piani dati. Gli integrali che abbiamo indicato con U_1, V_1, W_1 si potranno allora scrivere sotto la forma

$$U_1 = u_1 + U\ ,\ V_1 = v_1 + V\ ,\ W_1 = w_1 + W$$

dove U, V, W rappresentano integrali uniformi nello spazio Ω_1. La formola che serve a rappresentare la componente u in una deformazione a cui cor-

rispondano le pressioni superficiali L, M, N, sarà allora

$$(14) \qquad 8\pi\omega^2\,\Omega^2\,u(a,b,c) =$$

$$= \int_\sigma [(\mathrm{LU_1} - \mathrm{L_1}u) + (\mathrm{MV_1} - \mathrm{M_1}v) + (\mathrm{NW_1} - \mathrm{N_1}w)]\,d\sigma$$

ove σ rappresenta il complesso delle faccie $\sigma_1, \sigma_2, \ldots$ di Ω_1 e si ammette naturalmente che la deformazione sia tale che gli integrali del secondo membro conservino un significato ad onta dell' estensione infinita dei campi d'integrazione. Con $\mathrm{L_1}, \mathrm{M_1}, \mathrm{N_1}$ abbiamo indicato le componenti della pressione esterna corrispondente agli spostamenti $\mathrm{U_1}, \mathrm{V_1}, \mathrm{W_1}$.

Ora indichiamo con $s_{n_i}, s_{t_i}, s_{t_i'}$, le componenti dello spostamento (u, v, w) secondo la normale alla faccia σ_i e secondo due sezioni tangenziali comunque fissate; e analogamente con $\mathrm{P}_{n_i}, \mathrm{P}_{t_i}, \mathrm{P}_{t_i'}$, le componenti secondo le stesse direzioni della pressione $(\mathrm{L}, \mathrm{M}, \mathrm{N})$. Le componenti analoghe per la deformazione $(\mathrm{U_1}, \mathrm{V_1}, \mathrm{W_1})$ le indicheremo con un indice (1) in alto. Avremo allora per la somma che comparisce sotto l'integrale del secondo membro della (15) relativa alla faccia σ:

$$[\Sigma(\mathrm{LU_1} - \mathrm{L_1}u)] = \mathrm{P}_{n_i}\,s_{n_i}^{(1)} - \mathrm{P}_{n_i}^{(1)}\,s_{n_i} + \mathrm{P}_{t_i}\,s_{t_i}^{(1)} - \mathrm{P}_{t_i}^{(1)}\,s_{t_i} + \mathrm{P}_{t_i'}\,s_{t_i'}^{(1)} - \mathrm{P}_{t_i'}^{(1)}\,s_{t_i'}\,.$$

Ma, per quanto sappiamo, sulle faccie σ_i sono verificate le relazioni

$$s_{n_i}^{(1)} = 0 \quad , \quad \mathrm{P}_{t_i}^{(1)} = 0 \quad , \quad \mathrm{P}_{t_i'}^{(1)} = 0\,.$$

Perciò la (14) diverrà

$$8\pi\omega^2\,\Omega^2\,u(a,b,c) = \sum_i \int_{\sigma_i} \left(\mathrm{P}_{t_i}\,s_{t_i}^{(1)} + \mathrm{P}_{t_i'}\,s_{t_i'}^{(1)} - \mathrm{P}_{n_i}^{(1)}\,s_{n_i}\right) d\sigma_i\,.$$

Questa formola determina la componente u di spostamento del problema primo alterno relativo allo spazio Ω_1, quando cioè alla superficie sono note s_n e P_t, P_t.

In modo analogo si determinerebbero le altre due componenti v, w partendo, anzichè dagli integrali (13), da quelli che se ne ottengono con sostituzioni circolari sulle x, y, z, u, v, w.

E similmente si risolverebbe il secondo problema alterno prendendo invece degli integrali $\mathrm{U_1}, \mathrm{V_1}, \mathrm{W_1}$ quelli che abbiamo indicato con $\mathrm{U_2}, \mathrm{V_2}, \mathrm{W_2}$ ed applicando un procedimento analogo. Si troverebbe così per la componente

di spostamento secondo l'asse delle x, la espressione

$$8\pi\omega^2\Omega^2 u(a,b,c) = \sum_i \int_{\sigma_i} \left(P_{n_i} s_{n_i}^{(2)} - P_{t_i}^{(2)} s_{t_i} - P_{t_i'}^{(2)} s_{t_i'} \right) d\sigma_i ;$$

e formole simili per le altre due componenti.

6. Gioverà infine richiamare dalla teoria delle divisioni regolari della superficie sferica quali siano i casi in cui le considerazioni precedenti sono applicabili. Indicheremo senz'altro quali sieno i campi Ω_1 corrispondenti:

1.° *Diedri* determinati da due piani inclinati secondo un angolo $\frac{\pi}{n}$, ove $n \geq 2$. Il gruppo degli integrali ausiliari è formato da $2n$ terne.

2.° *Triedri* ottenuti tagliando i diedri precedenti con un piano normale allo spigolo.

Questi triedri hanno gli angoli $\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{n}$, ed il gruppo degli integrali è composto di $4n$ terne.

3.° *Triedri* formati coi piani di simmetria del tetraedro, ottaedro e icosaedro regolari.

Questi triedri hanno rispettivamente gli angoli

(*a*) $\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{3}$

(*b*) $\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{4}$

(*c*) $\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{5}$.

I gruppi corrispondenti sono formati di 24, 48, 120 terne di integrali.

Nel caso del diedro e del triedro rettangolo il metodo d'integrazione sviluppato conduce anche alla soluzione dei problemi alterni, in cui sopra alcune delle faccie sono dati gli elementi del problema primo, e sulle rimanenti quelli del secondo, come già ho notato altrove.

È chiaro poi che l'applicazione del metodo si potrà estendere anche alle divisioni regolari dello spazio a tre dimensioni, che portano anche a campi finiti, come il parallelepipedo rettangolo od il prisma retto a base triangolare. In questi casi però converrà assicurarsi della convergenza delle serie che si ottengono con gruppi composti di infiniti integrali.

In un'altra Nota mi occuperò della costruzione effettiva dei gruppi di integrali ausiliari, di cui ho fatto uso. Il procedimento a tal uopo indicato alla fine del n. 2 è valido in generale, ma conduce a formole troppo complesse per poter essere direttamente applicato.

Geologia. — *Gli strati subterrestri della cava Mazzanti al Ponte Molle.* Nota del Socio Carlo De Stefani (1).

V. Prima di descrivere il seguito dello spaccato ad est verso la torretta di Quinto dove le ghiaie ora dette cambiano alquanto carattere, accennerò le ghiaie che nello spaccato stesso stanno a sinistra dello spettatore, cioè ad ovest della cava del *Selcio* e che, come già dissi, coprono con discordanza, con stratificazione molto obliqua, pendente a sud-ovest, tanto il *Selcio* quanto le ghiaie sovrastanti ad est ora descritte.

Le ghiaie di roccia sedimentaria non sono diverse dalle altre già indicate e da indicarsi: abbondano calcari ceroidi del Lias inferiore, o compatti, selce scura del Lias medio, selce rossa del Lias superiore o giurese: non vidi calcare nummulitico. Vi sono però rare ghiaie di tufo pumiceo nero e frequenti ghiaie, e preferibilmente in basso grossissimi massi di tufo verdastro o cenerino compatto quasi come una trachite, con Sanidino, scarsa Leucite, rara Mica, minutissimi frammenti di Augite e con pomici fornite di cristalli di Sanidino originariamente simili alle Pomici nere provenienti dal sistema Sabatino, che vedremo tra poco, ora completamente caolinizzate, quasi sfatte, giallo-chiare perchè trasformato in idrossido il ferro che prima le coloriva in nero. Tali ghiaie sono ellissoidali, schiacciate a somiglianza di quelle di fiume, non improntate, sciolte nella sabbia. Questa bensì è talora, come quella marina del *Selcio*, indurita e disposta a piccoli banchi; anzi sotto tale forma predominava nella parte più alta e più esterna dello spaccato, ultimamente (novembre 1903) coperta. Vi sono piccoli tronchi di *Ruscus* e di altri vegetali. Vi si notano della Biotite bruna, ed in alcuni strati frammentini di Augite, ed abbondante Leucite bianca, sfatta, materiali eventualmente provenienti anche dal sistema Laziale. Alcuni dei banchi ghiaiosi sono traversati da fessure lungo le quali le ghiaie calcaree sono profondamente alterate per le stesse cause superficiali che produssero le carie delle ghiaie più alte del gruppo IV.

I grandi massi di tufo debbono provenire da poca distanza, mentre le ghiaie di roccia sedimentare provengono da lontano.

Manca ogni traccia di depositi marini, ed anche in ciò si palesa l'età loro più recente di tutte le roccie mentovate fin quì.

Reputo che queste ghiaie del gruppo V sieno coetanee a quelle che, in strati orizzontali, rappresentano la continuazione ad oriente delle ghiaie, già descritte, del gruppo IV, contigue al *Selcio* e quasi come questo leggermente inclinate verso est, per modo che le ghiaie che ora indicherò, almeno

(1) V. pag. 247.

in gran parte, sono certamente più recenti del gruppo IV. Sembra inoltre (gennaio 1904) che dei banchi di tufo separino le ghiaie contigue al *Selcio* da quelle più lontane; ma potrebbe anche trattarsi di una semplice faglia superficiale.

Passando adunque alle ghiaie che succedono ad est del gruppo IV, ed allontanandosi verso monte rispetto al corso del Tevere, e verso i colli Tiburtini, le ghiaie del gruppo IV assumono una stratificazione orizzontale, e sempre più regolare, talora con straterelli a diagonale pendenti verso ovest, perciò un aspetto alquanto differente.

Sono più piccole e più schiacciate e somigliano a quelle attuali dell'Aniene; ma non hanno mai una disposizione embriciata. La loro altezza, di fianco alla villa Lazzaroni è di 5 m., e a differenza di quanto si verifica alla cava del *Selcio*, sono collegate al tufo vulcanico sovrastante da un passaggio concordante e regolarissimo, e da alternanze di straterelli di ghiaia e di tufo per m. 1 a 1,50. Esse sono talora in banchi cementati come una puddinga e gli elementi vulcanici si trovano nel cemento, non fra le ghiaie, donde parrebbe che l'uno e le altre avessero provenienza diversa, le une forse da regioni più lontane dell'altro.

Soltanto nelle vicinanze del *Selcio* sono grandi, benchè rari, massi e glebe di tufo vulcanico simile a quello sovrastante. Mancano massi o frammenti di arenaria marina e di marna a *Cardium*.

Fra le ghiaie ho visto calcari ceroidi con minuti gasteropodi, a guscio talora sicilizzato, del Lias inferiore e medio, raro calcare Nummulitico, rarissima Arenaria, Selce del Lias medio. Quasi rimpetto alla villetta Lazzaroni si cominciano ad incontrare massi isolati del Travertino che forma poi il suolo della villa stessa.

Queste ghiaie sono forse contemporanee e forse nella stessa continuazione di quelle che appaiono nelle vallette a nord e nord-ovest nelle cave di Melafumo, dietro Melafumo, e altrove; ma hanno notevoli differenze. Le ghiaie di queste ultime località, forse per più lungo cammino fatto, sono più pulite, più preferibilmente silicee, più piccole, più schiacciate, in banchi più regolari, più orizzontali, e talora molto sabbiosi, separati non già secondo il peso dei materiali come sovente avviene lungo le spiaggie marine, ma secondo le dimensioni dei materiali stessi.

Per la grande abbondanza dei cristalli d'Augite e dei frammenti di Peridoto che sono tra i materiali di minori dimensioni, ritengo sieno derivate dai vulcani Laziali piuttosto che da quelli Sabatini. Queste ghiaie hanno veramente aspetto di essersi depositate in un grande bacino d'acqua dolce; del resto quand'anche vi fossero stati sepolti gusci di molluschi marini, attesa la grande permeabilità della roccia, difficilmente si sarebbero conservati. È inutile soggiunga che le ghiaie circostanti al *Selcio* hanno aspetto grandemente diverso.

Ma torniamo a queste ghiaie di presso la villetta Lazzaroni.

Alla villetta la pendice della collina volta a nord verso la Scuola di equitazione e con essa lo spaccato seguitano: lo spaccato fu messo profondamente e nettamente allo scoperto dagli scavi del 1902 e 1903. Le ghiaie non seguitano come strato continuo; ma cedono sovente il posto al Travertino che penetra pure, con eguale estensione, negli strati del tufo vulcanico, ed occupa talora anche l'intero posto di questo, alternando pure con sabbia vulcanica e con marne d'acqua dolce. Da esso ricavarono i massi pei muraglioni del Tevere. La sua distribuzione, come in tutti i colli di Roma, è irregolarissima. Parrebbe talora che formasse incrostazioni sulla superficie delle altre roccie, o grandiose lenti, alte fino 20 m., in mezzo a queste; ma in realtà è sempre intercalato e solo, come dicevo, irregolarmente distribuito. Contiene sempre filliti ed abbondanti altri resti vegetali, quali pur si trovano, sebbene in minori proporzioni, anche nel tufo, e talora molluschi (*Unio sinuatus* Lck.). Esso non è certo dovuto alla semplice evaporazione di acque sorgive cariche di bicarbonato calcico, bensì è una deposizione conseguente alla abbondante vegetazione palustre che, sottraendo acido carbonico all'acqua ambiente, obbligava il carbonato calcico ivi abbondantemente disciolto a depositarsi. Acque ricche di acido carbonico e di bicarbonato calcico erano circostanza indispensabile alla formazione di quel travertino, ed acque a temperatura normale erano certamente più favorevoli a quella formazione che non sarebbero state acque termali. Il travertino è dunque certamente di formazione subacquea, come le altre roccie che lo contengono e direi quasi di formazione subterrestre, in quanto che l'origine di esso è tanto più difficile quanto più profondo e più ampio è l'ambiente e tanto più facile quanto più le acque sono superficiali ed il suolo quasi emerso. La supposizione che possa essere in parte sottomarino non regge, poichè pur prescindendo dai fossili esclusivamente palustri e d'acqua dolce che esso contiene, è un fatto che nel mare non si formano travertini, nemmeno per opera di sorgenti calcarifere perchè il bicarbonato calcico rimane più facilmente disciolto e facilmente si diffonde nell'abbondante acqua di mare anche per la presenza dei sali aventi tutti ioni diversi.

Le circostanze dovevano essere come alle Acque Albule di Tivoli, salvo la profondità eventualmente un po' maggiore del bacino. Sorgenti atte a produrre siffatti depositi non mancarono mai nelle vicinanze; ne sia esempio oggi quella dell'Acqua Acetosa nella sponda opposta del Tevere.

Il carbonato calcico che formò i travertini, era, come sarà tuttora, disciolto ai calcari secondarî che non debbono trovarsi a troppo grandi profondità e forse anche alle stesse ghiaie calcaree, della cui soluzione si ha esempio nelle decalcificazioni già osservate; ed era disciolto mercè l'acido carbonico incontrato dalle acque sotterraneamente, come ordinariamente avviene in regioni vulcaniche attive come allora o spente come oggi.

Che l'ambiente fosse palustre e soggetto a piene di fiumi lo mostrano anche le ghiaie e le marne d'acqua dolce che alternano coi travertini, le quali perciò possono ritenersi, almeno in quel tratto, portate da un fiume.

Quanto alla provenienza di tutte le dette ghiaie è certo che non derivano dai monti Tolfetani e Viterbesi che stanno assai lontano a settentrione e che hanno costituzione litologica completamente diversa. Le rocce delle ghiaie sono identiche a tutte quelle che formano a distanze non grandi, a levante, i monti della Sabina, i monti Tiburtini ed i circostanti colli di Palombara, Marcellina, Monte Celio, Monte S. Angelo, ecc., nel bacino esterno dell'Aniene e nel bacino inferiore del Tevere.

A primo aspetto si potrebbe credere che la condizione delle cose non fosse molto diversa da oggi e che le ghiaie fossero state portate addirittura da un fiume rispondente al Tevere od all'Aniene. Però il Tevere non porta ghiaie che fin poco sotto Orte; alcune ghiaie di riporto, derivanti dal Pliocene, si trovano oggi solo circa 40 km. a monte del Ponte Molle.

L'Aniene, come fiume che traversa regione eminentemente calcarea, è relativamente poco ghiaioso, e nemmeno oggi porta ghiaie dal suo bacino interno fino al Tevere; nè si trovano simili ghiaie abbandonate in qualche tratto intermedio fra la Tor di Quinto ed i monti di Tivoli; nè dal tratto intermedio avrebbero potuto derivare, perchè questo è occupato da sabbie ed argille plioceniche.

Le nostre ghiaie per età possono essere pari a quelle di Subiaco e di altri luoghi dello stesso bacino dell'Aniene, con *Elephas antiquus* Falc., la cui genesi forse fu resa possibile dallo sfacimento delle morene dei monti Viglio e Cotento; ma la derivazione l'hanno certo diversa.

Io reputo che la primiera origine di siffatte ghiaie, e salvo quel che dirò del loro trasporto secondario, sia marina, come del resto sono di siffatta origine la massima parte delle ghiaie che trovansi lungo un littorale marino come vedemmo essere stato il nostro. Queste ghiaie in parte, specialmente quelle alternanti con le marne a *Cardium*, possono essere state tolte direttamente a scogliere di calcari prevalentemente secondarî simili a quelle sopra ricordate.

L'esistenza di simili scogliere nell'ambiente dei colli circostanti a Roma, è necessario ammetterla fino ad età abbastanza recente, per ispiegare la presenza di tante estese ghiaie nei terreni pliocenici e nel postpliocene antico; d'altra parte l'esistenza dei loro residui a poca profondità è comprovata, come dicevo poco fa, dalle stesse sorgenti abbondantemente calcarifere che dettero origine ai travertini. Attribuire l'origine di siffatte ghiaie ad isole scomparse dell'odierno Tirreno, urta contro difficoltà anche più probanti di quelle che adducemmo per negare la provenienza dalla valle dell'Aniene.

Non lungi dalla Tor di Quinto, ad est, lungo il Tevere, nella parte superiore dei terreni pliocenici, abbondano altissimi banchi di ghiaie marine con-

simili derivanti appunto da scogliere allora esistenti nella regione Tiburtina. Da consimili banchi possono aver sotttratto, di seconda mano, le ghiaie nostre, sia il fiume o il torrente che riempiva le paludi verso terra, sia il mare.

È per altro più verosimile che le ghiaie circostanti al *Selcio*, intercalate alle marne marine, e d'origine probabilmente marina esse pure, sieno state tolte dal mare a banchi di ghiaie situate a ponente o a mezzoggiorno: di tali banchi sarebbero ultimi rappresentanti anche le ghiaie di roccie secondarie di Trastevere, del Gianicolo, del Monte Mario, concordanti sulle sabbie gialle equivalenti al *Selcio* ed alquanto più antiche delle ghiaie nostre perchè non pare vi sia traccia di tufi vulcanici.

Non vi è ragione di credere che sui littorali di quei tempi il moto ondoso disponesse i materiali in modo diverso da oggi, cioè secondo una componente diretta da sud verso nord e ciò spiegherebbe come, almeno negli strati ghiaiosi inferiori, si trovino materiali che ritengo provenissero dai vulcani Laziali, da mezzogiorno.

Le ghiaie più esterne e le più recenti ad est e ad ovest sono state probabilmente depositate in un bacino palustre, separato dal mare, come lo dimostrano i travertini, la stratificazione regolare e la mancanza di disposizione embriciata. Da più lontane regioni o da altre scarse e poco rapide acque erano portati i materiali sottili che formano spesso il cemento delle ghiaie, tolti a tufi vulcanici del sistema Sabatino.

Da colline immediatamente adiacenti, emerse, derivavano invece i grandi massi di tufo vulcanico, pure del sistema Sabatino, che trovammo sul posto.

Per completare il quadro dei fenomeni che si sono succeduti in questi luoghi, darò l'indicazione sommaria degli strati che ricoprono le ghiaie.

VI. Succede dunque un tufo terroso verdognolo, o giallastro, sabbioso, o granelloso, che raramente si fa alquanto compatto, accompagnato da marna argillosa in stratificazioni distinte, ma talora irregolari, alto m. 7.

Alla cava del *Selcio*, sopra questo, vi si ripete una altissima ed irregolare lente di marna cinerea compatta con vene ocracee, in tutto identica alla marna a *Cardium*, salvo che, oltre ad essere molto più estesa, per quanto abbia cercato, non vi apparisce traccia di fossili. Ciò pur escludendo secondo me l'origine marina, prova che le circostanze fisiche della sedimentazione non erano affatto cambiate dal tempo della marna a *Cardium* in poi.

Nella sezione a nord della villa Lazzaroni il tufo è, come le sottostanti ghiaie compenetrato e talora alternante, od interamente sostituito dal Travertino.

In qualche tratto di quella sezione il calore interno contemporaneo o di poco successivo alle eruzioni, combinato con la presenza del vapore acqueo ha arrossato il tufo stesso.

Qua e là nelle marne sono resti di molluschi d'acqua dolce, donde si scorge che il deposito si formò forse anche sotto il livello del mare, ma in

uno stagno continentale tranquillo, separato dal mare mediante più o meno ampi apparati littorali.

VII. Alla cava del *Selcio* questo tufo viene direttamente coperto dal terreno vegetale; ma nella sezione a nord della villa, cioè alle cave del Travertino, è coperto da tufo con massi di trachiti e di pomici nere a cristalli di Sanidino proveniente dai vulcani Sabatini, con cattiva pozzolana nera in parte costituita da frammenti delle dette pomici e con abbondanti cristalli sparsi di Leucite, frantumi di Peridoto, Augite, ecc.; alto m. 10. La superficie di questa zona apparisce ovunque irregolare.

Sono promiscuamente mescolate le scorie più leggere ed i frantumi più pesanti, a provare che i materiali caddero sopra terra asciutta, poichè in caso contrario vi sarebbe stata una cernita secondo il loro peso, e le pomici galleggianti, come in tanti altri lunghi si vede, si sarebbero depositate a parte.

Rimpetto alla Casetta del fabbro tra queste scorie nere ed il sottostante tufo è una lente lunga circa m. 0,60, alta m. 1 a 1,20, di breccia di sottili materiali vulcanici, con interstizî vuoti, vivamente colorata in giallo dall'idrossido di ferro. Simili lenti assai più più piccole, in eguali posizioni, si trovano anche in altri punti e con rivestimento generale di tale materia. Sono principalmente pomici con Sanidino, grosse al più quanto una noce, completamente caolinizzate, giallo-chiare, con minuti frammenti angolosi di Sanidino abbondante, Augite più scarsa, Leucite rarissima, alterata, Feldspati calcosodici, e piccoli frammenti di scoria compatta scura e di proietti che talora sembrano stati alquanto ruzzolati; non vidi traccia di roccia sedimentaria. Parmi siano accumulazioni prodotte da un dilavamento di acque locali superficialissime, con materiali originariamente subaerei lanciati poco lontano di là.

Precedentemente all'emissione di queste materie vulcaniche si ebbe dunque un riempimento del bacino palustre, ovvero un sollevamento, od uno svuotamento per facilitato scolo delle acque.

La pozzolana fu scavata in antico, e poichè nel sottostante tufo erano state aperte precedentemente celle o tombe all'uso di tutti i popoli italici e le volte di queste rimasero sovente scoperte, così per opera dell'uomo, o forse anche in parte delle acque superficiali, quelle cavità nel tufo vennero riempite da regolarissima successione di spurghi delle cave di pozzolana disposti in straterelli atti ad ingannare chi non riconoscesse la causa.

VIII. Pur verso la Scuola di equitazione succedono straterelli di marna argillosa, verdognola o rossastra, con filliti e molluschi d'acqua dolce (*Planorbis*, *Limnaea*), che attestano il ritorno di acque palustri. Ma di questi e di altri successivi straterelli non mi occuperò, perchè, come degli ultimi precedenti, già si occuparono parecchi dotti scienziati. Tutti gli strati, dalle ghiaie in poi, sono orizzontali.

È difficile in così breve spazio trovare riassunta una storia così complicata di eruzioni vulcaniche, di sorgenti minerali, di alternanze di mare, di

paludi, di fiumi; ma parecchie pagine mancano, ed è altrettanto difficile, se non impossibile, trovare storiografi non solo atti a ricostituire le pagine mancanti, ma concordi fra loro nell'interpretare quelle esistenti. Nondimeno certi fatti rimangono constatati in modo ineccepibile, e fra questi è la presenza del mare o per lo meno di lagune marittime littorali fino al meridiano di Roma, in tempi a noi vicinissimi e d'assai posteriori alle prime eruzioni vulcaniche. Gli strati con materiali vulcanici più bassi, immediatamente successivi al *Selcio* e precedenti alle prime marne a *Cardium*, attestano l'esistenza di eruzioni vulcaniche già abbastanza antiche, poichè avevano potuto dar luogo a tufi sopra terre emerse, donde il moto ondoso, o correnti fluviali portavano quelli nella laguna marittima.

Questo fatto, sul quale si fecero e si faranno ancora discussioni eccessive, rimane sicuramente stabilito.

D'allora in poi la regione diventò uno stagno con abbondanti sorgenti calcarifere, una palude invasa da fiumi, via via prosciugata e diventata terraferma, finchè i persistenti moti di sollevamento hanno rialzato il suolo e costituendo piano piano, a successive tappe, il corso del Tevere e de' suoi affluenti, hanno obbligato quel fiume per semplice forza della erosione ad aprirsi una strada verso il mare.

Passati i primi tempi postpliocenici, fin quasi a noi, il piano donde poi uscirono le colline di Roma presentò presso a poco le stesse condizioni delle odierne Paludi Pontine.

Fisica. — *Ricerche sopra le sostanze radioattive in relazione colla presenza dell'elio.* Nota del Corrispondente R. Nasini.

Chimica. — *Esame spettroscopico col metodo del Bunsen di prodotti vulcanici.* Nota del Corrispondente R. Nasini e di F. Anderlini.

Chimica. — *Osservazioni spettroscopiche ad altissime temperature.* Nota del Corrispondente R. Nasini e di F. Anderlini.

Chimica. — *Esperienze al tubo caldo e freddo al forno elettrico.* Nota del Corrispondente R. Nasini e di F. Anderlini.

Le Note precedenti saranno pubblicate nei prossimi fascicoli.

Biologia vegetale. — *Produzione d'indolo e impollinazione della Visnea Mocanera* L. Nota del Socio A. Borzì.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Embriologia. — *Sulle fasi tardive di sviluppo della mucosa intestinale dell'uomo.* Nota preventiva del Corrispondente R. Fusari.

Secondo ricerche già antiche di Meckel, i cui risultati vedo confermati da osservazioni recenti di Berry, i villi intestinali si manifestano nell'embrione dapprima come pliche longitudinali; queste, quando raggiungono una determinata altezza, si intagliano al loro margine libero e, per l'approfondirsi delle incisioni, restano trasformate in una serie di villosità. Nel feto di quattro mesi tutte le parti dell'intestino, compreso il crasso e la porzione pilorica dello stomaco, mostransi provvedute di villi cilindrici, disposti senza ordine, serrati gli uni agli altri a guisa dei villi dell'intestino di cane adulto. Tale forma di villi è diversa da quella che si trova nel neonato, e diversa è pure nel neonato la distribuzione di questi organi. Riguardo alla forma, se nell'ileo si trovano ancora villi filiformi o conici, a mano a mano che coll'osservazione ci si porta prossimalmente, si vedono le basi dei medesimi allargarsi ed i corpi appiattirsi, così che nella parte superiore del digiuno e nel duodeno essi sono trasformati in larghe creste. Riguardo alla distribuzione è noto che i villi mancano alla nascita in tutta la estensione del crasso. Come si operano questi cangiamenti?

Brand, Patzelt, Schirman, Voigt, e Hilton si sono occupati della scomparsa dei villi nel crasso. Secondo Brand e Patzelt la detta scomparsa si effettua perchè i villi si uniscono fra loro per mezzo di membrane che crescono dal basso all'alto; in tal modo gli spazî fra i villi diventano le ghiandole intestinali. Schirman nella cavia trovò che solo la base dei villi concorre alla formazione delle ghiandole intestinali, il resto scomparisce per necrosi o per degenerazione; aggiunge però che in altri mammiferi i villi sono utilizzati per intero a formare le ghiandole. Voigt studiò nei feti di porco; egli nega che le villosità si uniscano alla base per formare le ghiandole e mette in rapporto la scomparsa dei villi coll'accrescimento dell'intestino. Hilton in fine, che studiò nel topo bianco, venne ad identiche conclusioni; egli non notò alcun rapporto fra la scomparsa dei villi e la formazione delle ghiandole; i villi, durante il rapido accrescimento del crasso in lunghezza e diametro, divengono a mano a mano più piccoli e finalmente scompariscono.

I cangiamenti di forma di questi organi, che io mi sappia, non furono finora seguiti da alcuno; in generale si crede che i villi dell'adulto siano derivazione diretta di quelli che per primi si sviluppano nel feto. Così O. Schultze distingue i villi del tenue come permanenti (bleibenden Zotten) rispetto a quelli del crasso e dello stomaco che chiama temporanei (vergänglichen Zotten).

Considerata la scarsità e la disparità di notizie che noi possediamo su questo importante punto dello sviluppo della mucosa intestinale, specialmente riguardo all'uomo, in questi ultimi tempi io ho cercato di raccogliere del materiale più fresco che mi fosse possibile e di prepararlo opportunamente per istituire una serie di ricerche in proposito. È durante queste preparazioni che mi è accaduto di fare un'osservazione secondo me interessantissima e che perciò mi affretto a comunicare a codesta R. Accademia.

Dalla gentilezza del Direttore dell'istituto ostetrico di Torino, prof. Vicarelli, ho potuto avere i cadaveri di due feti gemelli di sesso maschile, freschi, ben conformati, perfettamente normali a quanto ho potuto rilevare. Uno di questi misurava dal vertice al tallone cm. 41, l'altro cm. 39; erano quindi della fine dell'ottavo mese lunare. Estratto con cura il tubo gastrointestinale ad ambedue, ho aperto uno di questi per il lungo, ed osservandone la superficie interna, vidi che questa, specialmente nella porzione digiunale, possedeva un colorito diverso da quello che aveva rilevato in istadi meno avanzati, appariva, cioè, biancastra. Per istudiare meglio questo fatto isolai dall'intestino dei segmenti di due o tre centimetri, ne lavai leggermente la superficie mucosa con un zampillo d'acqua ed osservai la mucosa stessa nell'acqua mediante il microscopio binoculare Greenough. Vidi allora che l'apparenza biancastra era dovuta ad una membrana che aderiva lassamente al resto della mucosa, tanto che, per effetto della lavatura, in alcuni punti essa era caduta ed in altri si era sollevata. Questa membrana aveva l'aspetto della mucosa dell'intestino di feti meno sviluppati, appariva quasi totalmente formata da villi cilindrici o conici; alcuni di questi, isolati, stavano sospesi nell'acqua. Nei luoghi in cui la membrana era caduta, od in cui aveva strappata questa con una pinza, la mucosa sottoposta appariva ancora assolutamente integra e fornita di altri villi, ma di forma diversa, cioè lamellari, forma che si osserva appunto nel digiuno del bambino e dell'adulto. Vi era quindi una sostituzione completa di una forma all'altra. Dopo questa osservazione si comprende la descrizione della mucosa dell'intestino del feto quale venne data nel 1835 da Valentin; egli dice che la mucosa consta di due strati e che le strato interno si distacca per una specie muta e costituisce il meconio.

Procedendo nelle mie indagini trovai ripetuto nel colon lo stesso fatto. Qui la lamina mucosa superficiale portante i villi in parte rimaneva aderente al contenuto intestinale (meconio); sotto a questa appariva la lamina profonda, su cui si vedevano nettamente gli sbocchi delle ghiandole. Questi erano così fitti

e tanto regolarmente disposti che davano alla superficie l'aspetto di quella di un favo. I limiti fra i detti sbocchi erano costituiti solo da sottili creste ed i punti, in cui tali creste si riannodavano a rete per costituire il favo, erano così regolari e lisci da fare addirittura escludere che in loro corrispondenza avesse avuto luogo l'impianto dei villi caduti. A dimostrazione di quanto ho riferito, io ho avuto cura di ottenere dai preparati diverse fotografie stereoscopiche.

Avanti di dare maggiori particolarità intendo procedere alle ricerche microscopiche mediante le sezioni; per il momento io credo di essere dalle mie osservazioni già autorizzato a dire che la mucosa dell'intestino avanti il termine della vita endouterina subisce importanti trasformazioni, per cui essa perde il suo strato superficiale o per lo meno le prime villosità formate, ne sviluppa altre interamente nuove ed assume così l'aspetto che si ritrova ancora nell'adulto.

Fisica matematica. — *Flusso di energia e radiazione nel campo elettromagnetico generato dalla convenzione elettrica.* Nota di G. Picciati, presentata dal Socio V. Volterra.

Fisica matematica. — *Sopra un problema di elettrostatica, che interessa la costruzione dei cavi sottomarini.* Nota di T. Levi-Civita, presentata dal Socio V. Volterra.

Matematica. — *Sul gruppo di monodromia delle funzioni algebriche, appartenenti ad una data superficie di Riemann.* Nota di F. Enriques presentata dal Corrispondente G. Castelnuovo.

Fotografia del cielo. — *Sulla precisione delle posizioni stellari ottenute col metodo fotografico.* Nota di G. Boccardi, presentata dal Corrispondente A. Riccò.

Fisica terrestre. — *Per lo studio delle temperature dell'aria alla sommità del Monte Rosa.* Nota di E. Oddone, presentata dal Socio P. Blaserna.

Le Note precedenti saranno pubblicate nei prossimi fascicoli.

Chimica. — *Sulla velocità di cristallizzazione di miscele isomorfe.* Nota di M. Padoa, presentata dal Socio G. Ciamician [1].

È noto che la velocità di cristallizzazione [2] di un corpo è tanto maggiore quanto più esso è puro [3] e che si può dire di conoscere la massima velocità (KG.) di una sostanza soltanto quando, dopo ripetute cristallizzazioni da un solvente, si osservano gli stessi valori per quanto le cristallizzazioni stesse vengano ripetute. Il Bogojawlensky (l. c.) volle constatare l'entità delle diminuzioni di KG. che si osservano introducendo quantità note d'*impurità* nella sostanza pura; tali esperienze vennero eseguite sciogliendo nel dibenzile del benzofenone e del sulfonal. Pickardt [4] in un lavoro eseguito nel laboratorio di Ostwald fece vedere, sperimentando su benzofenone e anidride benzoica, che gli *abbassamenti della KG.* dipendono non dalla qualità della sostanza presa come impurità, ma dal numero di molecole disciolte; secondo questo A. sono dunque uguali le diminuzioni di KG. provocate da numeri uguali di molecole d'impurità disciolte. Il Pickardt deduce ancora dalle sue esperienze che gli abbassamenti (per brevità chiamerò così in seguito le già dette diminuzioni di KG.) sono proporzionali alle radici quadrate delle concentrazioni della sostanza disciolta. Così 4 molecole d'impurità provocano un abbassamento doppio che una sola molecola. Per misurare tali abbassamenti si deve procedere nel seguente modo. Si determina la KG. della sostanza pura a diverse temperature; se in tal modo si può trovare la KG. massima (spesso ciò non è possibile, e allora la sostanza non è adatta a tali misure) si preparano le miscele che hanno determinate concentrazioni in molecole. Anche per tali miscele si potranno trovare delle curve di KG. ed i relativi massimi. Le differenze fra i massimi di KG. della sostanza pura e delle miscele danno gli *abbassamenti*. Da questi si può calcolare una *costante K d'abbassamento molecolare della KG.* per la sostanza sperimentata, la quale costante entra nella seguente relazione

$$V = K\sqrt{C}$$

dove V è l'abbassamento e C la concentrazione in molecole, o in generale

(1) Presentata nella seduta del 20 marzo 1904.

(2) Rimando per brevità chi desiderasse schiarimenti su tale costante e sulla sua misura ad una nota precedente da me pubblicata con Bruni in questi Rendiconti 1903, II, 119.

(3) Tammann, Zeitschr. für physik. Ch. XXVI, 314; Bogojawlensky, ibidem, XXVII 585.

(4) Zeitschr. für physik. Ch. XLII, 17.

la somma delle concentrazioni di diverse sostanze, poichè anche quì vale secondo Pickardt la legge degli abbassamenti indipendenti.

Nelle esperienze di questo A., di fronte ai casi in cui il principio già detto si verifica più o meno esattamente, ne sono riportati altri in cui le deviazioni dalla regola sono attribuite a cause simili a quelle che analoghe eccezioni producono nelle esperienze crioscopiche (fenomeni di associazione dei fenoli, degli alcool ecc.). Fra tali cause di eccezione non occorse però al Pickardt di notare quelle che potrebbero provenire dalla formazione di soluzioni solide da miscele liquide che cristallizzano. Quando l'impurità disciolta allo stato liquido nella sostanza di cui si misura la KG. non può sciogliersi anche allo stato solido, è comprensibile che il corpo che cristallizza, dovendo man mano separarsi dall'impurità, proceda con velocità minore che se fosse pura. Se invece da una fase liquida può formarsi una sola fase cristallina (1) è prevedibile che gli abbassamenti avranno luogo in minor misura che nel caso precedente, o non avverranno affatto. Questo appunto mi sono proposto di verificare.

I. Una sostanza adatta per questo scopo è l'*azobenzolo*, di cui Friedländer e Tammann (2) misurarono la KG. Tale velocità ha un massimo valore di 570 mm., al minuto primo. In quel che segue tutte le velocità sono come sempre indicate col numero dei millimetri percorsi in 1′; il tubetto impiegato aveva un diametro interno di mm. 1.6 e uno spessore di 0.5 mm. Accanto ai dati sulla KG si trovano le osservazioni relative alla formazione di centri o germi spontanei di cristallizzazione. I numeri di molecole di sostanza disciolta sono calcolati su 100 mol. di miscela.

Con l'azobenzolo dànno soluzioni solide lo *stilbene* e la *benzilidenanilina* (3). Sperimentai appunto impiegando come impurità queste sostanze, ed inoltre per confronto altre sostanze di comportamento crioscopico normale.

(1) Nella memoria che si trova nella Zeitschr. für Physik. Ch. XXVI, 314 (vedi anche Bogojawlensky, ibidem XXVII, 592) il Tammann dice che quando la sostanza impura cristallizza lentamente, avviene la separazione dell'impurità; che se al contrario la cristallizzazione avviene a temperature dove ha assunto una certa velocità, e però confusamente, si ha la formazione di soluzioni solide. Ciò evidentemente non può accadere, poichè quando non si possono avere miscele isomorfe, la rapidità più o meno grande con la quale la sostanza cristallizza non può avere influenza che sopra una ripartizione e suddivisione meccanica più o meno spinte dell'impurità nella massa cristallina. Del resto l'inesattezza è forse più di parole che di concetto.

(2) Zeitschr. für physik. Ch. XXVI, 152.

(3) Bruni e Gorni, Gazz. Chim. Ital., 1900, I, 55.

Azobenzolo p. f. 68°.5

Miscela	KG	Temperatura del bagno esterno	*Osservazioni*
Azobenzolo puro . . .	570 circa	da 38° a 45°	Pochi germi.
4 mol. stilbene . . .	440	50°	Germi.
»	545 circa	48	Molti germi, che impediscono le misure a temperature più basse.
4 mol. benzilidenanilina	440	da 38° a 44°	Germi.
4 mol. acido cinnamico	150	44°	Nessun germe.
»	187	39	Qualche germe.
»	210	34	»
»	210 circa	30	Molti germi.
4 mol. difenile . . .	390	41	Nessun germe.
»	390	38	»
4 mol. benzofenone . .	300	44	Germi.
»	300	40	»

Come si vede, nel caso delle miscele isomorfe la KG. viene abbassata di poco, o rimane la stessa. La differenza di comportamento fra stilbene e benzilidenanidina trova un perfetto riscontro nella diversa entità delle anomalie crioscopiche (l. c.).

II. L'*acido fenilpropionico* è anche adatto per queste misure; la sua KG. fu misurata da Friedländer e Tammann (l. c.) ed ha un valore massimo di circa 280. Questa sostanza dà soluzioni solide con l'acido cinnamico (Bruni e Gorni, l. c.). L'acido da me impiegato, benchè fondesse a 48° (48°.5 è la temperatura data dagli autori) non aveva una KG. superiore a 210; ciò era dovuto alla presenza di qualche piccola impurità. Per ottenere un prodotto che avesse la massima velocità avrei dovuto farlo cristallizzare ripetutamente da un solvente; ma ciò non era necessario per le misure più che altro qualitative che mi proponevo di fare.

Acido fenilpropionico p. f. 48°

Miscela	KG	Temperatura del bagno esterno	*Osservazioni*
Acido fenilpropionico puro . .	170	35°	Nessun germe.
»	191	26	»
»	210	20	Qualche germe.
»	200	18	»
4 mol. acido cinnamico	181.8	19. 2	Germi.
»	182.4	16	»
»	180 circa	10. 5	Parecchi germi.
4 mol. azobenzolo . .	112.5	18	Nessun germe.
»	115.2	16	»
»	113.5	14	»
4 mol. benzofenone . .	106.7	20	»
»	107.5	18	»
»	106.7	16	»
2 mol. acido cinnamico	189.5	18	Germi.
2 mol. azobenzolo . .	136.3	19	Nessun germe.
»	141.3	17	»
»	134.8	15	»

Anche qui le miscele che danno soluzioni solide cristallizzano con velocità di poco inferiore a quella dell'acido fenilpropionico puro. Durante queste misure potei convincermi che questa sostanza può dare anche una modificazione labile di cui però (per la sostanza pura) non si riesce a misurare la KG. Potei invece misurarla approssimativamente per le seguenti due miscele.

4 mol. acido cinnamico a 18°, KG = 70,7 ; 16°,74.5 , 10°.5 , 70.5 circa
1 mol. azobenzolo a 14°, KG = 70 circa ; a 10°.5 , 70 circa.

Si direbbe dunque che anche con questa modificazione l'acido cinnamico dà soluzioni solide. Tale modificazione labile dell'acido fenilpropionico potrebbe essere quella che corrisponde alla forma stabile dell'acido cinnamico: è noto che le due sostanze sono isodimorfe.

III. In precedenti esperienze eseguite con Bruni sulla KG. (l. c.) ebbi occasione di misurare la velocità della *α-naftilammina*. Questa sostanza dà soluzioni solide con *α-naftolo* (1); l'anomalia crioscopica ottenuta, benchè assai notevole, lascia supporre che le due sostanze non siano miscibili allo stato solido in tutti i rapporti. Perciò dovevo supporre che l'anomalia nell'abbassamento di KG si facesse sentire più con soluzioni diluite che con soluzioni concentrate. La cosa è appunto confermata dai numeri ottenuti.

In queste esperienze potei constatare che la α-naftilammina è dimorfa. La forma labile, designata con « germi lenti » nella tabella precedente è

α-naftilammina p. f. 50°

Miscela	KG	Temperatura del bagno esterno	*Osservazioni*
α-naftilammina pura. .	63.1	19°	Nessun germe.
»	64.8	17	Qualche germe lento.
»	66.6	15. 5	» »
»	66.6	13	Germi di tutte due le forme.
4 mol. α-naftolo . . .	32.0	15	Pochi germi.
»	32.0	11. 5	»
4 mol. dibenzile . . .	30.0	14. 5	Germi di tutte due le forme.
»	30.0	11. 5	» »
4 mol. benzofenone . .	24.0	17	» »
»	24.6	15	» »
»	24.0	13	» »
2 mol. α-naftolo . . .	47.0	14. 2	Germi lenti.
»	46.0	11	»
2 mol. dibenzile . . .	40.6	16	Germi.
»	40.8	14	Germi lenti.
»	36.7	11	»

(1) Bruni e Padoa, Gazz. Chim. Ital. 1903, I, 78.

dotata di un numero di germi (KZ.) maggiore della forma stabile, ma ha una KG. piccolissima, difficilmente misurabile.

IV. Un'altra sostanza presa in esame è il *dibenzile* che dà miscele isomorfe con l'*idrobenzoino* e con l'*isoidrobenzoino* (1). Di questo idrocarburo non era stata misurata precedentemente la KG.

Dibenzile p. f. 52°

Miscela	KG	Temperatura del bagno esterno	*Osservazioni*
Dibenzile puro. . . .	160	46°	Germi al disotto di 31°.
»	280	44. 5	A temperature inferiori a 28° KG non sembra aumentare ulteriormente.
»	390	41	
»	430	39	
»	525	31	
»	540 circa	28	
4 mol. isoidrobenzoino .	294	32	Misure fatte appena preparata la miscela.
»	300	30	Pochi germi.
»	300	28	
»	350	28	Misure fatte dopo 48 ore dalla preparazione della miscela.
»	375	26	
»	368	24	Pochi germi.
4 mol. idrobenzoino . .	540 circa	28	Parecchi germi.
4 mol. benzofenone . .	195	38	Nessun germe.
»	250	32	»
»	278	30	»
»	300	28	Qualche germe.
»	300	26	»
4 mol. fenantrene . .	—	—	Molti germi (più del dibenzile puro). KG non si può misurare esattamente ma certo non supera 300.

È notevole il fatto che la miscela con l'idrobenzoino appena preparata ha una velocità uguale a quella della miscela con benzofenone, e però non anormale; ma lasciata a sè per molte ore acquista assai in velocità. Questo fenomeno, riscontrato anche in casi che espongo in seguito, si direbbe dovuto ad una specie di *maturazione* che subiscono le soluzioni solide e che si manifesta anche dopo successive fusioni della miscela. Mi propongo di esaminare meglio il fenomeno.

V. Il *fenantrene* dà soluzioni solide in tutti i rapporti con *antracene* e *carbazolo* (2). Questo idrocarburo contiene spesso, come è noto, dell'antacene;

(1) Bruni e Padoa, Gazz. Chim. Ital. 1903, I, 78.

(2) Garelli e Ferratini, Gazz. Chim. Ital. 1893, I, 442.

perciò lo cristallizzai due volte dal toluolo e due dall'alcool. Dopo tali operazioni fondeva a 98°.5, quindi o non conteneva affatto antracene o ne conteneva assai poco. La KG. non si può misurare esattamente nemmeno a temperature vicine al punto di fusione a causa dei numerosi germi che si formano. Tuttavia a 90° la KG. non è inferiore a 2000. Ora, una miscela con 4 mol. di antracene, presenta ugualmente gran numero di germi e a 90° ha una velocità non inferiore a 2000. Non potei fare osservazioni con una miscela che conteneva 4 mol. di carbazolo poichè, anche a 98°, si formavano numerosissimi germi che in pochi istanti riempiono tutto il tubo. Ecco invece alcuni dati ottenuti con altre sostanze impiegate come impurità.

Fenantrene p. f. 98°.5

Miscela	KG	Temperatura del bagno esterno	*Osservazioni*
4 mol. benzofenone . .	200	90°	
»	270	89	
»	700 circa	85	Germi.
4 mol. dibenzile . . .	285	90	»
»	300	89	»

VI. Il *tribromofenolo* dà soluzioni solide con la *tribromoanilina* (1). La sua KG. non era stata misurata precedentemente.

Tribromofenolo p. f. 93°-94°

Miscela	KG	Temperatura del bagno esterno	*Osservazioni*
Tribromofenolo puro. .	72.7	87°	Aghi, nessun germe.
»	210	83	» »
»	300 circa	80	Germi.
»	300 »	77	Molti germi.
4 mol. tribromoanilina .	180	83	Germi.
»	250	80	Parecchi germi.
»	250	78	Molti germi.
4 mol. benzoino . . .	112.8	80	Alcuni germi.
»	118	79	Molti germi.
»	—	78	KG. non sembra aumentare ulteriormente; troppi germi.
4 mol. trifenilmetano .	120	80	Id. id.
»	150 circa	78	Come per la miscela del benzoino.

VII. Il *m-bromonitrobenzolo* dà miscele isomorfe col *m-cloronitro-* (2) e col *m-dinitrobenzolo* (3). È dimorfo enantiotropo; una forma è stabile dal

(1) Bruni e Padoa, Gazz. Chim. Ital. 1903, I, 78.
(2) Küster, Zeitschr. für physik. Ch. VIII, 584.
(3) Bruni e Padoa, Questi Rendic. 1903, I, 348.

punto di fusione (53°) a circa 40°; al disotto di questa temperatura è stabile l'altra forma. La forma stabile sopra i 40° è quella che ha la minor KG; per la forma stabile sotto i 40° vennero fatte misure di KG. da Jendrichowski [1]. Riporto separatamente i dati relativi alle due forme.

m-bromonitrobenzolo p. f. 53°

I. Forma stabile sopra 40°

Miscela	KG	Temperatura del bagno esterno	*Osservazioni*
Bromonitrobenzolo puro .	4.7	45°	Nessun germe; al disotto dei 40° si forma la 2ª modificazione.
»	8.1	42. 6	
»	14.4 circa	41	
4 mol. m-cloronitrobenzolo	7.5	43. 5	Nessun germe, al disotto di 42° vi è tendenza alla trasformazione nella 2ª modificazione.
»	12.0	42	
4 mol. dibenzile . . .	3.4 circa	42. 5	
»	—	41. 5	KG assai piccola, tendenza come sopra.
4 mol. benzofenone . .	2.1	45	
»	4.3 circa	43	» » »
4 mol. m-dinitrobenzolo .	5.4	43. 5	Nessun germe; si ha la forma veloce.
»	8.3	41. 5	

II. Forma stabile sotto 40°

Bromonitrobenzolo puro .	632	30°	Nessun germe.
»	668	27	»
»	618	24	»
4 mol. m-cloronitrobenzolo	600	27	»
»	570	24	Appena preparata la miscela.
»	660	27	Nessun germe; misure fatte dopo 3 ore dalla preparazione della miscela.
»	636	24	
4 mol. m-dinitrobenzolo .	339	25	Nessun germe; misure fatte
»	397	22	appena preparata la miscela.
»	439	19	
»	441	17	
»	404	29	Misure eseguite dopo 24 ore dalla preparazione della miscela.
»	456	25	
»	483	22	
»	475	19	
4 mol. dibenzile . . .	330	30	Nessun germe.
»	320	27	»
4 mol. benzofenone . .	167	30	»
»	167	27	»
»	162	40	»

[1] Tammann, *Kristallisieren und Schmelzen*, pag. 146.

Anche qui le miscele isomorfe aumentano di KG. se vengono lasciate a sè parecchie ore.

VIII. La *bromocanfora* è completamente isomorfa con la *clorocanfora* (1).

Bromocanfora p. f. 76°

Miscela	KG	Temperatura del bagno esterno	*Osservazioni*
Bromocanfora pura . .	1300	60°	A 52° si formano germi.
»	1620	57	A temperature più basse la formazione
»	1855	54	di germi impedisce la misura.
»	1900 circa	52	
4 mol. clorocanfora . .	1800	57	A temperature più basse KG aumenta
»	2110	53	ancora ma non si può misurare esat-
4 mol. dibenzile . . .	984	54	tamente a causa dei germi.
»	1080	50. 5	
»	1120	47	Germi.
4 mol. benzofenone . .	675	54	
»	814	50	
»	900	47	
»	969	44	
»	996	41	Germi.

In questo caso è assai notevole il fatto che la clorocanfora accresce notevolmente la KG della bromocanfora. Avrò occasione assai presto di dare maggiori particolari su questo caso d'isomorfismo.

Riassumendo:

1°. Dalle esperienze fatte si deduce che l'aggiunta ad una sostanza, di corpi che con essa danno soluzioni solide, non ne diminuisce o ne diminuisce di poco la KG.; in ogni caso l'entità di tale diminuzione è legata con quella delle anomalie crioscopiche.

2°. Questo fatto risulta dimostrato qualitativamente; non è il caso di calcolare in base ai risultati ottenuti dai coefficienti di ripartizione o dei pesi molecolari, poichè la legge degli abbassamenti molecolari della KG. non ha forse quella validità così generale che le attribuisce il Pickardt, come mi risulterebbe da esperienze in corso.

3° Le misure di velocità di cristallizzazione, quando diano un risultato affermativo, possono servire agevolmente a concludere per la formazione di soluzione solida in casi in cui il fatto non sia noto. È vantaggiosa la cir-

(1) Vedi Graham-Otto, 3ª edizione, vol. III, pag. 255.

costanza che per tali esperienze non occorrono che piccole quantità di sostanza. Quando un corpo è polimorfo non è difficile trarre a mezzo di queste misure, utili conclusioni sulla formazione di miscele isomorfe in varie modificazioni cristalline.

4°. Esperienze di Tammann (1) dimostrano che l'aggiunta di sostanze estranee favorisce talvolta, e talvolta ostacola la formazione di germi; dalle mie esperienze risultano confermate le conclusioni del Tammann; inoltre si può dire che l'aggiunta di sostanze isomorfe non esercita un'azione caratteristica sulla formazione dei germi.

Mineralogia. — *Note mineralogiche sul giacimento cuprifero di Boccheggiano* (2). Nota di E. Tacconi, presentata dal Socio G. Strüver.

Col fondo che la munificenza del compianto dott. Carlo Riva legava al professore di Mineralogia della R. Università di Pavia, allo scopo di fare delle gite scientifiche cogli studenti di Scienze Naturali, vennero compiute nel settembre del passato anno, alcune escursioni nella regione metallifera massetana, ai soffioni boraciferi della Toscana, alle saline di Volterra ed alla regione marmifera delle Alpi Apuane (3).

Due gite furono dedicate a visitare le miniere cuprifere di Capanne Vecchie e Boccheggiano, dove, grazie alla squisita cortesia degli ingegneri Conedera e Marengo, si ebbe campo non solo di conoscere quegli importanti giacimenti minerarî, ma anche il modo di estrazione e di lavorazione dei minerali di rame. A Boccheggiano si raccolsero alcuni interessanti campioni di minerali, e scopo di questa Nota è appunto di descriverne i caratteri.

Io non entrerò a parlare delle condizioni di giacitura e di formazione di questa massa filoniana, poichè tale argomento è trattato lungamente, e certo con maggior competenza, nel lavoro dell'ing. Lotti: *Descrizione geologico-mineraria dei dintorni di Massa Marittima in Toscana* (4); solo mi limiterò a riportare alcune indicazioni gentilmente fornitemi dall'ing. Marengo, direttore della miniera di Boccheggiano:

(1) Zeitschr. für physik. Ch. XXV, 441.

(2) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Mineralogia della R. Università di Pavia.

(3) A queste escursioni, guidate dai professori L. Brugnatelli e T. Taramelli, presi parte io pure per cortese invito di detti professori, ai quali mi è grato esprimere i miei vivi ringraziamenti.

(4) R. Ufficio Geologico, *Memorie descrittive per la Carta geologica d'Italia*, vol. VIII, Roma, 1893.

« Il filone è compreso tra la valle detta Farmulla a sud di Boccheg-
« giano e la parte superiore della valle della Merse Savioli (cosidetto Mer-
« sino, affluente della Merse); ha direzione sud-nord dalla Farmulla alla Merse
« e quindi sud-est nord-ovest; inclina ad est di circa 45° a 50°. Alle due
« estremità sta fra l'Eocene al tetto ed il Retico al letto, mentre la parte cen-
« trale, la sola finora ben conosciuta, è compresa fra Eocene e Permico. Po-
« tenza media da 4 a 5 m., massima 33 m., minima pochi centimetri;
« è mineralizzato a colonne con le parti più ricche prevalentemente al
« tetto ».

Ho riportato queste indicazioni perchè non corrispondono totalmente con quelle del Lotti per ciò che riguarda la ubicazione del filone, che da questo autore è data da nord nord-ovest a sud sud-est, con inclinazione di circa 40° est.

Ritornando ai minerali che si riscontrano in quella località, accennerò innanzi tutto alla *calcopirite*, che costituisce il minerale utile più importante. Oltre che in masse compatte, a struttura finamente granulare, si trova anche, benchè raramente, in cristalli contenuti in geodi, associati a pirite, marcasite, quarzo, calcite e baritina. L'abito dei cristalli, che raggiungono anche un centimetro circa di grossezza, è dato essenzialmente dalla combinazione di due tetraedri, ai quali talvolta si uniscono altre forme, che però non si possono determinare, poichè i cristalli sono mal conformati e ricoperti dai soliti prodotti iridescenti di alterazione. La calcopirite si presenta pure in spalmature sulla pirite e sulla marcasite, nonchè in noduletti contenuti nel calcare eocenico cristallino, nella parte periferica del filone.

La *pirite* va comunemente associata alla calcopirite, ma si trova anche in grandi ammassi, come pure in cristallini cubici nel calcare eocenico. Tappezza talvolta le pareti di fenditure e di geodi in vistosi cubi di parecchi centimetri di lato, associati a quarzo e calcite; oltre al cubo si osserva qualche volta anche il pentagono dedecaedrico {210}.

La *marcasite* si presenta in masse reniformi rivestite da calcopirite, oppure in masse d'aspetto spugnoso costituite da minutissimi cristalli lamellari e cuneiformi, sui quali però non mi fu dato di compiere alcuna misura; i cristalli d'abito cuneiforme sono geminati, pare secondo {110}. Si tratta di una *marcasite arsenicale*, come mi è risultato evidente da un saggio chimico.

Associata alla calcopirite, ma specialmente ai noduli nel calcare eocenico spatizzato, trovasi la *galena*, con colore grigio lucente, assai evidente sulle faccie di sfaldatura.

Abbastanza frequente è la *blenda* che trovasi associata ai precedenti minerali in masse a struttura cristallina, di color giallognolo, bruno fino a nero. Si presenta pure in cristalli mal conformati ed a faccie non splendenti, di abito tetraedrico.

Meno abbondante, ma altrettanto frequente, almeno nei pezzi da noi raccolti, è la *tetraedrite*, che si trova di solito associata alla blenda ed alla calcopirite, in venette di color grigio nerastro, con lucentezza metallica, comprese nel calcare; oppure in cristalli che raggiungono anche un centimetro di grossezza, ma mal conformati a faccie non splendenti. L'abito è tetraedrico; in alcuni cristalli si osserva un'altra forma che pare sia il triacistetraedro $\{211\}$.

La tetraedrite è un minerale assai comune in Toscana e trovasi specialmente lungo la catena metallifera delle Alpi Apuane. Sono note le tetraedriti del Zulfello nel canal dell'Angina in Val di Castello, analizzate da Kersten (1) e da Bechi (2); quella di Val del Frigido presso Massa Ducale, studiata da Bechi (3), il quale, basandosi sui risultati dell'analisi chimica, da cui risulta una percentuale notevole di ferro (13,08), le dà il nome di *Coppite*. La tetraedrite della stessa località, anzi della medesima miniera, venne pure analizzata da Funaro, ed il D'Achiardi A. (4) ne fece una varietà di nome *Frigidite*, in causa di una rilevante percentuale di nichel (7,55).

Sulle tetraedriti del Massetano, compresa quella di Boccheggiano, si hanno pochi dati ed anche questi assai incerti. Il Bechi (5) sopracitato dà una percentuale in argento di 0,87 per la tetraedrite di Gerfalco e di 0,028 per quelle di Serrabottino, Cugnano e Boccheggiano. Nella tetraedrite di Montieri, sempre lo stesso autore, riscontra il 10 ‰ di argento, mentre l'Haupt, alla sua volta vi constata una percentuale in argento dell' 1,66 e di 20 di rame.

Date queste indicazioni, incomplete e contraddittorie, ho creduto opportuno eseguire l'analisi completa della tetraedrite di Boccheggiano, sia per stabilirne esattamente la percentuale in argento, sia per constatare se la composizione sua corrisponde o differisce da quella delle altre tetraedriti toscane finora studiate.

L'analisi venne da me eseguita nel laboratorio di chimica generale della R. Università di Pavia, seguendo il metodo di Wöhler, scomponendo cioè il minerale con una corrente di cloro. Successivamente l'argento venne dosato sotto forma di cloruro; il rame e lo zinco col metodo di Rose, allo stato di solfuri; allo stato di solfuro venne pure dosato l'antimonio ed il ferro sotto forma di $Fe_2 O_3$. Lo zolfo ho creduto opportuno determinarlo in una porzione a parte, sotto forma di solfato di Bario, disaggregando dapprima il minerale con carbonato e nitrato sodico.

(1) Poggend. Ann., vol. 59, 1843, pag. 131.
(2) Americ. Journ. of Sc., vol. 14, 1852, pag. 60.
(3) Cont. Atti Georgofili, N. ser., t. X, 1863.
(4) Processi verbali Soc. Tosc. Sc. Nat., 1881, pag. 171.
(5) Cont. Atti Georgofili, N. ser., vol. III, 1856, pag. 152.

Nella tabella seguente trascrivo i risultati ottenuti, messi in confronto coi dati delle analisi sopracitate:

	Boccheggiano	Valle del Frigido		Val di Castello	
		Bechi	Funaro	Kersten	Bechi
S	23,41	27,01	29,60	24,17	24,14
Sb	27,73	29,61	25,59	27,47	26,52
Cu	30,69	30,10	19,32	35,80	37,72
Ag	6,62	—	0,04	0,33	0,45
Fe	3,47	13,08	12,67	1,89	1,64
Zn	6,89	—	tr.	6,05	6,23
As	tr.	—	—	—	—
Mn	tr.	—	—	—	—
	98,81	Ni = 7,55		Hg = 2,70	Hg = 3,03

Fra le numerose formole proposte da diversi autori (1) per l'interpretazione della costituzione chimica delle tetraedriti, quella che meglio può essere applicata a rappresentare la composizione chimica della tetraedrite di Boccheggiano in base ai suesposti risultati, è quella data di Prior e Spencer (2) e che servì loro ad interpretare numerose analisi di questo minerale. La formola proposta è la seguente:

$$[3\ R'_2\ S.\ Sb_2\ S_3] + X\ [6\ R''\ S.\ Sb_2\ S_3]$$

dove X è una frazione che a seconda dei casi può variare da $^1/_2$ ad $^1/_{10}$. Nel nostro caso X sarebbe eguale ad $^1/_4$, come apparisce dai valori percentuali calcolati qui sotto esposti (2), i quali non differiscono molto da quelli da me determinati (1):

	(1)	Rapporto atomico			(2)
Cu	30,69	0,4826	0,5439	6	31,748
Ag	6,62	0,0613			6,736
Sb	27,73		0,2311	2 + 0,5309	28,077
Zn	6,89	0,1054	0,1673	0,1673	5,738
Fe	3,47	0,0619			2,947
S	23,41		0,7302	6 + 2,0551	24,754

La formola quindi per la tetraedrite dt Boccheggiano sarebbe:

$$[3\ (Cu, Ag)_2\ S.\ Sb_2\ S_3] + {}^1/_4\ [6\ (Zn, Fe)\ S.\ Sb_2\ S_3].$$

(1) Hintze, *Handbuch der Mineralogie*; Groth, *Tabellarische Uebersicht*; Rammelsberg, *Mineralchemie*, ecc.

(2) G. T. Prior and L. J. Spencer, *The Identity of Binnite with Tennantite and the Chemical Composition of Fahlerz* in: The Mineralogical Magazine, vol. XII, Londra, 1900.

Le differenze, abbastanza sensibili, che si hanno fra alcuni valori ottenuti ed i corrispondenti calcolati, in complesso non sono così rilevanti come talune che si osservano nelle analisi calcolate dai suddetti autori Prior e Spencer.

Se ora vogliamo stabilire un confronto colle altre tetraedriti toscane, vediamo subito come la elevata percentuale in argento della tetraedrite di Boccheggiano costituisce, come apparisce dalle suesposte analisi, il carattere differenziale più importante. Qualche analogia la si osserva colla tetraedrite di Val di Castello, dovuta ad una corrispondente quantità di zinco; ma mentre quest'ultima è mercuriale, il mercurio manca affatto nella tetraedrite di Boccheggiano. Maggiori differenze si hanno colle tetraedriti di Valle del Frigido, delle quali per altro si hanno due analisi, parecchio disparate anche fra loro.

Si può quindi conchiudere che la tetraedrite di Boccheggiano si presenta con composizione notevolmente diversa da quella delle altre tetraedriti toscane finora analizzate, e che va ascritta alla varietà *Freibergite*.

È merito dell'egregio ing. Marengo la scoperta a Boccheggiano di un minerale, del quale sinora non credo fosse ancora nota la presenza in Italia, e cioè della *Bismutina*. Si presenta in sottilissimi prismetti aghiformi, di color nero lucente, disseminati e compressi in una massa ematitica, associati a calcopirite e Pirite. Anche le mie prove chimiche eseguite sopra un bel campione, donato al Museo Mineralogico di Pavia, confermano pienamente la determinazione fatta dall'ing. Marengo.

Altri minerali che accompagnano i precedenti, ma in piccolissima quantità e non cristallizzati, sono la *malachite* in globuletti reniformi, l'*azzurrite*, la *covellina* in spalmature sulla calcopirite, di color bleu cupo, tendente al nero.

La ganga del filone è data essenzialmente da calcare spatizzato e qualche volta cristallizzato, da quarzo, baritina e fluorite.

La calcite cristallizzata è rara e trovasi in minutissimi cristalli di abito romboedrico, dati essenzialmente dalla combinazione di $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$ e $\{02\bar{2}1\}$; osservansi anche faccie di scalenoedro, ma non sono misurabili. Trovasi anche in cristalli alquanto più grossi di abito scalenoedrico, ma mal conformati ed a faccie non splendenti.

Anche il *quarzo* cristallizzato non è molto abbondante e si trova nelle geodi in cristalli mal conformati, corrosi e fusiformi, col comune abito.

La *baritina* presentasi in masse compatte od anche in aggruppamenti cristallini, dati da cristalli tabulari, mal conformati e non misurabili. Sottili cristalli lamellari di baritina si riscontrano pure sulla calcopirite e sulla marcasite.

Assai rara è la *fluorite*, che si trova in masse più o meno voluminose, associata di preferenza alla calcite, con colore leggermente verdognolo od incolore.

Fisiologia. — *Ricerche sui nucleoproteidi e sui loro prodotti di scissione* (1). Nota del dott. CARLO FOÀ, presentata dal Socio A. Mosso (2).

I nucleoproteidi sono da riguardare come le sostanze proteiche più importanti e più diffuse negli organi e nei tessuti animali, e non è quindi a meravigliare se essi furono oggetto di studî numerosi ed importanti, fra i quali basti citare quelli di Kossel e dei suoi discepoli, dell'Hammarsten, di Wooldridge e di molti altri autori.

Ad un gruppo prostetico, secondo le denominazioni introdotte dal Kossel, che sarebbe la nucleina o l'acido nucleinico, starebbe legata una proteina, e lo schema della costituzione di un nucleoproteide sarebbe secondo Lilienfeld (3) il seguente:

Da questo schema apprendiamo che i primi prodotti di scissione del nucleoproteide sono una nucleina ed una proteina e che questa può essere un istone.

È su questo punto che noi faremo convergere di più la nostra attenzione perchè esso ha ingenerato per lungo tempo una confusione di nomi, e fu l'origine di classificazioni complicate, mentre un esame più attento avrebbe di molto semplificato le cose. Nucleoproteidi vennero estratti da tutti o quasi tutti gli organi ed i tessuti animali, e per quanto le sostanze che vennero estratte con metodi simili o addirittura identici siano state chiamate coi nomi diversi, tuttavia noi dobbiamo oggi ritenerle come formanti una sola categoria di corpi ben definiti e classificabili appunto come nucleoproteidi.

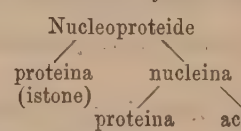
Così non debbono da essi essere disgiunti quei corpi che Hammarsten, Lönnberg, ed altri chiamarono *nucleoalbumine*, poichè questo nome, nel tempo in cui quelle ricerche vennero fatte, era usato come sinonimo di nucleoproteidi, e soltanto più tardi venne riservato a quelle sostanze proteiche che risultano dall'unione di una proteina con una pseudonucleina.

Noi troviamo così nei trattati più recenti di chimica delle sostanze proteiche (4) un intero Capitolo dedicato ai nucleoproteidi dei varî organi,

(1) Istituto di Fisiologia della R. Università di Torino.

(2) Presentata nella seduta del 20 marzo 1904.

(3) Lilienfeld, Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abtheil. 1892, S. 128.



(4) Bottazzi, *Trattato di chimica fisiologica*, vol. I, pag. 257. — Conheim, *Chemie der Eiweisskörper*, 1900, pag. 197. seg.

ed è appunto come uno speciale nucleoproteide che viene classificato il *nucleoistone* estratto da Lilienfeld (1) dal timo.

Precipitato il proteide dall'estratto acquoso dell'organo coll'aggiunta di un po' di acido acetico diluito, e purificato il precipitato, egli lo mise a digerire con una soluzione di acido cloridrico al 0,8 %, ed oltre al constatare che rimaneva un residuo indisciolto di nucleina, ricercò quale sostanza fosse passata in soluzione nell'acido cloridrico, e scoprì che essa possedeva reazioni pressochè identiche a quelle che il Kossel (2) aveva trovato per l'*istone* dei globuli rossi di oca, e perciò anch'esso doveva essere ritenuto in istone.

Questo nucleoproteide del timo venne dunque chiamato nucleoistone, e così nacquero le due denominazioni distinte di nucleoproteidi e di nucleoistoni per molti anni usate dai ricercatori. Ma mentre per il nucleoproteide del timo erano state fatte ricerche sulla proteina che sta unita alla nucleina e sulla sua natura era stata basata la denominazione di nucleoistone, sulla proteina invece degli altri nucleoproteidi non vennero mai fatte ricerche, e pur non sapendosi se essi contenessero un istone, oppure no, si continuò a lasciar loro il nome di nucleoproteidi. Non occorre dire quanto poco giustificata fosse la divisione di queste due categorie di corpi, mancando per essi giusti criterî di differenziazione. Soltanto in questi ultimi tempi la divisione dei nucleoistoni dai nucleoproteidi parve più chiara e più giustificata in seguito alle ricerche di Bang (3) e di Huiskamp (4) i quali con metodi diversi riuscirono ad isolare dal timo due sostanze proteiche delle quali l'una si lasciava scindere in nucleina ed istone coll'acido cloridrico diluito e fu perciò ritenuta come nucleoistone, l'altra invece non conteneva istone e fu detta nucleoproteide.

Il metodo usato dal Bang per separare i due corpi consiste nell'estrarre l'organo con soluzione fisiologica di cloruro sodico, e da questo estratto precipitare con acido acetico il nucleoproteide che sarebbe privo di istone, poi estrarre ancora l'organo con acqua distillata e da questa precipitare con acido acetico il nucleoistone. Col mezzo di ripetute lavature dell'organo con soluzione fisiologica il Bang sarebbe riuscito ad allontanare tutto il nucleoproteide. Il metodo di Huiskamp invece consiste nel lavare dapprima l'organo con soluzione fisiologica di cloruro sodico ed estarre poi la poltiglia con 5-6 volumi di acqua distillata. Dopo 24 ore circa di macerazione si allontanano con una prolungata centrifugazione le particelle dell'organo rimaste in sospensione e si precipita con cloruro di calcio il nucleoistone. Il nucleo-

(1) Lilienfeld, Zeitsch. f. Physiol, Chem. Bd. 18.

(2) Kossel, Zeitsch. f. Physiol. Chem. Bd. 8.

(3) Bang, *Bemerkungen ueber das Nucleohiston*. Zeit. f. Physiol. Ch. XXX, 1900.

(4) Huiskamp, *Ueber die Eiweisskörper der Thymüdrüse*. Zeit. f. Physiol.. Ch. Bd. XXXII, 1901.

proteide rimane in soluzione e può venir poi precipitato dopo un completo allontanamento del nucleoistone, coll'aggiunta di un po' di acido acetico. Da questo nucleoproteide l'A. non potè isolare l'istone. Se confrontiamo fra loro i metodi ed i risultati dei due autori citati, vediamo subito che il nucleo proteide da essi isolato e che sarebbe privo di istone non può essere il medesimo, perchè Bang lo isola dalla soluzione fisiologica che servì a lavare l'organo mentre Huiskamp di questo liquido non si serve, e dopo avere a lungo lavato l'organo cosicchè secondo Bang tutto il nucleoproteide ne sarebbe stato allontanato, riesce invece dall'estratto acquoso dell'organo a ricavare il suo nucleoproteide. Se le cose stessero dunque come gli autori descrissero, dovrebbero esistere nel timo due nucleoproteidi diversi, dei quali uno potrebbe venir estratto con soluzione fisiologica, l'altro invece non passerebbe in questa ma si potrebbe estrarre con acqua distillata.

Vedremo in seguito come la cosa sia in realtà molto più semplice di così. Malengreau (1) isolò dal timo mediante precipitazione frazionata con solfato di ammonio due corpi che egli impropriamente chiamò nucleoalbumine, dalle quali è possibile ricavare un istone. Il metodo usato dal Malengreau è una « *Aussalzung* » metodo che è universalmente riconosciuto come assai opportuno per la separazione delle sostanze proteiche, e se si tien conto che i limiti di saturazione entro i quali precipita la nucleoalbumina A di Malengreau, sono ben lontani da quelli per cui precipita la nucleoalbumina B, sembra molto probabile che realmente le due sostanze estratte dal Malengreau siano ben distinte fra loro e nettamente differenziabili. Da quanto segue apparirà come invece assai male distinte siano le sostanze isolate dal Bang e dal Huiskamp, poichè potei dimostrare che il principale carattere differenziale su cui si basa la divisione dei due corpi, cioè la presenza o la mancanza di istone, è affatto insussistente. Il Bang non disse quale sostanza egli ricavasse diversa dall'istone col mezzo della digestione cloridrica del suo nucleoproteide; Huiskamp vide che il nucleoproteide da lui isolato è solubile in HCl al 0,8 % e non lascia deposito di nucleina, ma dializzandone la soluzione in modo da diminuire il grado di acidità di essa, o neutralizzandola in parte, il nucleoproteide torna a precipitare.

Le esperienze che seguono non confermano alcuna di queste asserzioni, e dimostrano invece che così il nucleoproteide di Bang, come quello di Huiskamp si lasciano scomporre dalla digestione cloridrica in un residuo insolubile di nucleina, ed in una sostanza proteica che resta sciolta nell'acido cloridrico e che presenta tutte le reazioni dell'istone.

Ricerche sui proteidi del timo, del fegato e del rene.

Associo in un solo capitolo le esperienze fatte su questi tre organi, perchè esse mi diedero gli stessi risultati e mi dimostrarono come esista una grande

(1) *La Cellule*, t. XVII, pag. 393. Id., t. XIX, pag. 284.

uniformità nella distribuzione delle sostanze proteiche nei tessuti, cosicchè solo forse la composizione centesimale di esse varia da un organo all'altro, ma le reazioni che esse presentano, permettono di unirle in una sola categoria.

Le esperienze vennero fatte su parecchi organi di animali diversi, e furono così più volte ripetute e controllate, ma per brevità, e perchè i risultati furono sempre costanti ed uguali per i varî organi, esporrò soltanto alcune delle esperienze eseguite, facendo precedere un riassunto del metodo usato per l'isolamento delle sostanze proteiche da analizzare. Esso è il metodo usato per la prima volta da Huiskamp, e fu seguito in tutti i particolari secondo le indicazioni dell'autore. Userò per ora i termini di nucleoistone e nucleoproteide, riservandomi di fare in seguito le opportune modificazioni.

L'organo veniva lavato con una prolungata circolazione artificiale di cloruro sodico in soluzione fisiologica (1) fino a che tutto il sangue ne fosse allontanato. La soluzione che aveva servito alla lavatura dell'organo veniva conservata per l'isolamento del nucleoproteide di Bang. In seguito l'organo veniva tagliuzzato, poi ridotto in poltiglia colla macchina tritacarne, e la poltiglia veniva posta a macerare per 24-48 ore con 5 volte il suo peso di acqua. Separate grossolanamente con un setaccio le particelle di organo rimaste in sospensione nell'estratto acquoso, questo veniva centrifugato a fine di separarlo completamente dalla poltiglia dell'organo, e da esso veniva precipitato il nucleoistone con una soluzione di cloruro di calcio, aggiungendone tanta che il sale venisse a trovarsi nell'estratto acquoso nella porporzione dell'uno per mille. Ottenevo così un abbondante precipitato fioccoso di nucleoistone che lasciavo depositare spontaneamente e che poi, decantato il liquido sovrastante (A), purificavo sciogliendolo in acqua leggermente alcalina per NH_3, riprecipitandolo con cloruro di calcio per ben tre o quattro volte, e lavandolo infine con una soluzione di cloruro di calcio all'un per mille.

Il liquido A veniva a lungo centrifugato per allontanare completamente il nucleoistone che ancora vi si fosse trovato in sospensione, e aggiungendo poi poche goccie di acido acetico diluito si otteneva un nuovo abbondante precipitato fioccoso di nucleoproteide, che veniva poi lavato più volte con acqua leggermente acidulata con acido acetico. I precipitati di nucleoistone e di nucleoproteide venivano raccolti su filtro e poi stemperati accuratamente in una soluzione contenente 0,8 % di HCl. Dopo 24 ore di digestione la soluzione cloridrica veniva separata dal residuo indisciolto di nucleina mediante decantazione e filtrazione, e su di essa si faceva la ricerca dell'istone.

Sarebbe una inutile ripetizione l'esporre partitamente i risultati ottenuti da queste ricerche eseguite sul timo, sul fegato e sul rene, poichè esse furono identiche per tutti questi organi: le reazioni presentate dalle soluzioni cloridriche che avevano servito alla digestione del nucleoproteide di Bang,

(1) Il timo veniva spezzettato e lavato in soluzione fisiologica frequentemente rinnovata.

oppure del nucleoproteide e del nucleoistone di Huiskamp erano in ogni caso le stesse, e non rendevano possibile alcuna differenziazione delle sostanze che erano state sottoposte alla scomposizione, dimostrando così ingiustificata una diversa classificazione e denominazione di queste.

Ecco in breve queste reazioni: la soluzione cloridrica dà con idrato sodico un precipitato che si discioglie in lieve eccesso di reazione. Bollendo non coagula nè precipita. Con acido nitrico, quando non venga aggiunto in troppa quantità ed evitando così il formarsi della reazione xantoproteica, si ottiene un precipitato che si ridiscioglie al calore e ricomparisce a freddo. Dà la reazione xantoproteica e quella violetta del biureto. Con ammoniaca diluita aggiunta lentamente dà un precipitato che non si ridiscioglie in eccesso di reagente, ma è invece solubile in idrato sodico, in acido cloridrico ed in acido acetico. Con cloruro sodico aggiunto in sostanza si ottiene un precipitato che non scomparisce bollendo, che non si ridiscioglie negli acidi nè in ammoniaca. Con cloruro d'ammonio si ha un precipitato insolubile in acido acetico, cloridrico e in ammoniaca.

Quanto alle proprietà del precipitato ottenuto con ammoniaca occorre aggiungere alcune osservazioni che vengono in appoggio di quanto già il Bang aveva trovato nel suo accurato studio sull'istone [1]. Il precipitato ottenuto con ammoniaca dalla soluzione di istone al 0,2-0,3 % di HCl, scomparisce se si aggiunge nuovo acido cloridrico, o un po' di acido acetico. Però se si aggiunge prima un po' di cloruro di ammonio, il precipitato non è più solubile in acido cloridrico, e se si aggiunge acetato sodico non è più solubile in acido acetico. Perchè il precipitato divenga dunque insolubile negli acidi è necessaria la presenza di un sale dell'acido stesso, e questo accade perchè venendo ad aumentare nella soluzione la concentrazione dell'unione dell'acido, si diminuisce il grado di dissociazione di questo e con ciò la concentrazione degli H-ioni.

Se la soluzione di istone era fatta non già in acido cloridrico a 0,2-0,3 % ma all'1-2 %, occorrerà molta ammoniaca per ottenere il precipitato, ed essendosi così formato molto cloruro d'ammonio, il precipitato diviene insolubile in HCl. Un fatto analogo avviene partendo dalla soluzione di istone resa neutra mediante la dialisi. Dializzando per due o tre giorni la primitiva soluzione di istone in acido cloridrico al 0,8 %, si ottiene una soluzione perfettamente neutra, in cui non si è formato alcun precipitato. Essa dà la reazione del biureto, quella caratteristica coll'acido nitrico, precipita coi reagenti neutri degli alcaloidi (fosfomolibdato di sodio, picrato di sodio, ferrocianuro di potassio).

Aggiungendo una sola goccia di ammoniaca anche diluitissima, si scorge il formarsi di un debole precipitato che subito scomparisce. Per ottenere un

[1] Bang, *Studien ueber Histon.* Zeit. f. Physiol. Ch. Bd. 27, s. 463.

precipitato stabile bisogna usare una soluzione di ammoniaca all'1 per centomila, oppure esporre ai vapori di ammoniaca concentrata la soluzione neutra di istone. Se invece alla soluzione dializzata di istone si aggiunge un poco di acido cloridrico, allora il precipitato che si ottiene con ammoniaca è insolubile in eccesso di reagente, in grazia del cloruro d'ammonio che si è formato e che trovandosi in soluzione coll'ammoniaca e avendo con essa il catione comune, ne diminuisce il grado di dissociazione e quindi la *forza*. Se alla soluzione ammoniacale di istone ottenuta partendo dalla soluzione neutra aggiungo dell'acido cloridrico, il precipitato di istone ricomparisce ed è insolubile in eccesso di acido cloridrico. Questo è dovuto al formarsi di cloruro d'ammonio e concorda col fatto detto sopra che il precipitato ottenuto aggiungendo cloruro d'ammonio in sostanza è insolubile in acido cloridrico. Così si spiega come alle volte partendo da una soluzione originale di istone che contenga acido cloridrico si possa ottenere un precipitato coll'ammoniaca quando la reazione del liquido è ancora acida: il precipitato è dovuto al formarsi di cloruro di ammonio, e si produce malgrado la presenza di acido cloridrico perchè in esso è insolubile. Una relazione come quella che esiste fra il cloruro di ammonio e l'ammoniaca non esiste invece, per ciò che riguarda l'istone, fra idrato sodico e cloruro sodico. Infatti l'aggiunta di cloruro sodico ad una soluzione neutra di istone, non salva il precipitato che si forma per l'aggiunta di poco idrato sodico dal ridisciogliersi in eccesso di reagente. Questo è dovuto al fatto che l'idrato sodico è una base assai più forte che non l'ammoniaca, e non basta diminuirne un poco il grado di dissociazione aggiungendo un sale avente con essa un ione in comune per diminuirne di molto la forza.

Perchè la reazione coll'ammoniaca avvenga nettamente in tutti i particolari che si sono detti, è necessario che l'istone si trovi in una discreta concentrazione, perchè se la soluzione è troppo diluita la reazione non si verifica.

Quanto al potere che secondo Bang avrebbe una soluzione neutra di istone, di precipitare le sostanze proteiche dalle loro soluzioni neutre, esso non mi parve costante, e sia che io usassi istone di timo, di fegato o di rene, osservai con difficoltà il prodursi di un precipitato nelle soluzioni di ovoproteine o di peptone; mentre il precipitato si produceva più abbondante e più facilmente per l'aggiunta di soluzione neutra di istone a siero di sangue. Potei invece constatare la costanza della precipitazione dell'istone coi reagenti degli alcaloidi in soluzione neutra, e il comportamento delle soluzioni di istone al calore. Una soluzione di istone in acido cloridrico al 0,8 %, od una soluzione neutra non precipitano al calore, ma se a quest'ultimo si aggiungono poche goccie di una soluzione di cloruro sodico all'1 % allora essa si intorbida al calore. Non si può tuttavia parlare di una vera coagulazione, bensì piuttosto della formazione di un precipitato che è facilmente solubile

negli acidi diluiti. Quanto al comportamento dell'istone coll'ammoniaca e coi sali di ammonio, i risultati che esposi più sopra concordano perfettamente con quelli di Bang e non permettono di comprendere come Huiskamp abbia potuto attribuire al cloruro d'ammonio un'azione inibente sulla precipitazione dell'istone coll'ammoniaca, mentre secondo i risultati di Bang ed i miei succederebbe l'opposto.

Traendo ora in breve le conclusioni di quanto venimmo esponendo, noi dobbiamo ammettere che così dal fegato come dal timo e dal rene, e non solo dal nucleoistone estratto da questi organi, ma anche dal loro nucleoproteide (seguendo i metodi e le denominazioni di Bang e di Huiskamp) sia possibile di ricavare mediante digestione con acido cloridrico al 0,8 % una sostanza che ha tutti i caratteri dell'istone. Non riesco pertanto a spiegarmi come il Bang non abbia potuto ottenere un istone dal fegato e dal rene, mentre a me e prima che a me a Spitzer (1) dal fegato, ad Herlitzka e Borrino (2) dal fegato e dal rene, riuscì facilissimo di ricavare un istone.

Ma la conclusione di maggior importanza che possiamo trarre dalle esperienze sopra riferite è che non è possibile di differenziare un nucleoproteide da un nucleoistone per la presenza in questo e non in quello di istone. La divisione di queste due sostanze che non aveva fondamento sicuro prima dei lavori di Bang e di Huiskamp, non ne acquista uno migliore dopo questi lavori, poichè il cosidetto nucleoproteide dei due autori citati, non è a sua volta che un nucleoistone nel senso che da esso è possibile di ricavare un istone. Huiskamp dice che il suo nucleoproteide è solubile in acido cloridrico al 0,8 % e che dializzando questa soluzione, il nucleoproteide precipita quando per la dialisi il grado di acidità diminuisce; ma io non potei assolutamente confermare questo reperto.

Digerendo quantità pressochè uguali di nucleoproteide e di nucleoistone di Huiskamp con uguali volumi di soluzione cloridrica, trovai che la quantità di nucleina rimasta indisciolta nelle due miscele era presso a poco la medesima, e la soluzione cloridrica sovrastante che teneva in soluzione l'istone, non dava alcun precipitato per una dialisi anche prolungata fino a che il liquido avesse reazione esattamente neutra. Huiskamp dice ancora che gli riuscì talora di ottenere un precipitato con ammoniaca che non si ridiscioglieva in eccesso di reagente, dalla soluzione di acido cloridrico all'1-2 % che aveva servito a digerire il nucleoproteide. Aggiunge però che questo precipitato non doveva ritenersi costituito da istone: 1° perchè era insolubile negli acidi; 2° perchè si formava a reazione ancora acida del liquido; 3° perchè si ridiscioglieva difficilmente in idrato sodico. Secondo quanto dicemmo sopra

(1) Spitzer, *Die Bedeutung gewisser Nucleoproteide für die oxydative Leistung der Zelle.* Pflüger's Arch. Bd. 67, s. 649-650.

(2) Herlitzka et Borrino, Arch. Italiennes de Biologie, T. XXXIX, 1903.

intorno alle proprietà della reazione dell'ammoniaca, nessuno di questi tre argomenti può servire ad escludere che il precipitato ottenuto da Huiskamp non fosse istone. Vedemmo infatti come il precipitato che si ottiene coll'ammoniaca quando la soluzione di istone contiene molto acido cloridrico (nel caso di Huiskamp dall'1 al 2 %), è insolubile negli acidi e difficilmente solubile in idrato sodico a cagione del cloruro d'ammonio che si forma, e come pure il precipitato di istone si possa formare a reazione ancora acida del liquido perchè il cloruro d'ammonio formato e che provoca il precipitato stesso, lo rende poi insolubile in acido cloridrico.

Dalle esperienze stesse di Huiskamp è dunque lecito dedurre che non esiste un nucleoproteide dal quale non si possa ricavare istone, e nasce perciò il dubbio che il metodo dall'autore adottato per separare il nucleoproteide dal nucleoistone non valga a differenziare due sostanze nettamente distinte e come tali preesistenti nella cellula. Huiskamp ritiene che per l'aggiunta di cloruro di calcio all'estratto acquoso di timo, precipiti un sale calcico del nucleoistone, ma aggiunge che anche il nucleoproteide è in parte precipitato dal cloruro di calcio. Se si tiene conto dell'incertezza che tutt'ora regna sulla esistenza di vere combinazioni salino-proteiche e delle recenti esperienze di Fano ed Enriques (1) e di Galeotti (2) che tendono ad escluderle, sembrerà molto difficile di accettare la così semplice e schematica spiegazione di Huiskamp intorno alla separazione dei due proteidi in questione, e nascerà forte il dubbio che la precipitazione ottenuta con piccole quantità di un sale sia dovuta ad un artificiale aggruppamento di molecole, e quindi ad un'artificiale divisione di sostanze, che non ci permette di trarre delle deduzioni sulla preesistenza di queste sostanze nell'organo vivente. Noi dobbiamo adunque riunire in una sola categoria di corpi i nucleoproteidi ed i nucleoistoni, e dar loro un solo nome che non ingeneri confusione e ci dica anche qualcosa sulla composizione della sostanza. Se teniamo conto del fatto che sia possibile di ricavare una nucleina ed un istone da tutti i proteidi di cui parlammo, parrebbe ovvio di racchiuderli tutti sotto il nome di nucleistoni, ma noi verremmo in tal modo ad ammettere senz'altra discussione che l'istone sia una sostanza preesistente e non un prodotto artificiale. Per chiarire quest'ultimo punto della questione, iniziai qualche esperienza sulla natura chimica dell'istone e sulla parte che gli spetta nella composizione dei proteidi cellulari. Di queste ricerche renderò conto in una prossima Nota.

(1) Fano ed Enriques, *Sui cosidetti composti salino-proteici.* Rend. R. Acc. Lincei, 1903, 2° sem., pag. 491, e Arch. di Fisiologia, 1903, pag. 125.

(2) G. Galeotti, *Ueber die sogenannten Metallverbindungen der Eiweisskörper nach der Theorie der chemichen Gleichgewichte.* Zeitsch. f. Physiol. Chemie. Bd. XL. H. 5-6.

Zoologia. — *Ricerche sull'ovario degli insetti sociali.* Nota preliminare di Gustavo Brunelli [1], presentata dal Socio B. Grassi [2].

Debbo innanzi tutto esprimere la mia gratitudine al prof. Grassi per avermi affidato un tema così interessante.

Nella letteratura per quanto vasta sull'ovario degli insetti, non si riscontra un lavoro che riguardi particolarmente la struttura dell'ovario stesso nelle operaie degli insetti sociali. Paulcke (1900) nel suo lavoro sull'oogenesi dell'Ape limita le sue ricerche alla regina. Gross che recentemente (1903) ha studiato l'ovario degli insetti da un punto di vista generale, là dove parla dei Bombi e delle Vespe non accenna in alcun modo alle operaie.

In questo ultimo tempo venni veramente a cognizione di un lavoro di Bickford sull'ovario delle operaie delle formiche, lavoro del tutto dimenticato dagli autori più recenti.

L'autore ha preso in esame diverse specie, ma non si è fermato sopra alcun fatto speciale. Egli crede d'altra parte di trovare nelle sue ricerche una conferma all'idea di Weissmann, che lo sviluppo finale di un organo non è legato al processo ontogenetico, sibbene filogenetico, non dipendente dalla nutrizione, ma dalle proprietà del germe.

Le mie ricerce furono iniziate collo studio dell'ovario dei *Bombus*, e si estesero a diverse specie (*B. terrestris*, *B. cognatus*, *B. silvarum*).

Nell'inverno mi limitai all'esame di individui presi isolatamente, poi nella buona stagione ebbi agio di scegliere da nidi completi operaie di tutte le dimensioni, con ovario diversamente sviluppato.

Presto fermai la mia attenzione sul modo di comportarsi delle cellule nutrici.

Particolarmente per opera di Korschelt era entrata nella comune convinzione l'idea che la forma irregolarissima dei nuclei che trovansi nelle cellule nutrici dell'ovario di taluni insetti, come nel *Bombus*, sia in relazione coll'attività secretoria delle cellule stesse.

Tra le cellule a nucleo irregolare le cellule nutrici degli insetti, sono le più caratteristiche come ricorda il Korschelt medesimo e secondo la sua teoria: « Die reiche Verzweigung des umfangreichen Kernes, welcher die ganze Zelle durchzieht und seine innige Berührung mit dem Zellplasma weisen auch bei den Nährzellen auf ein Antheilnahme des Kernes an der (secernirenden) Thätigkeit der Zelle hin ».

(1) Lavoro eseguito nel R. Istituto di Anatomia comparata, diretto dal prof. Grassi. Roma.

(2) Presentata alla seduta del 20 marzo 1904.

Dall'opera di Korschelt in poi tale idea ha avuto numerose conferme e anche dagli autori più recenti si ritiene generalmente accettata.

Lo studio delle operaie doveva gettar luce su questo punto, essendo logico pensare che almeno nelle operaie non ovificatrici si trovassero nuclei regolari, posto che l'idea di Korschelt fosse vera. Invece in tutte le operaie dei *Bombus* trovai nuclei irregolarissimi, e, lo si noti, in tutte le stagioni dell'anno. In breve posso asserire: Non esiste nelle cellule nutrici delle operaie dei *Bombus*, una irregolarità del nucleo differente per grado da quella che si riscontra nelle regine.

Però mentre nelle operaie l'oocite rimane piccolo, eccettua il caso delle operaie ovificatrici, nella regina l'oocite cresce naturalmente assai di più, così che se veramente la irregolarità dei nuclei indicasse l'attività trofica delle cellule nutrici, non si spiegherebbe questo diverso sviluppo del tuorlo.

Si può dire che camera di nutrizione e oocite nella operaia sterile e nella regina stanno tra di loro in rapporto inverso di sviluppo, nella regina alla riduzione della camera consegue un ingrandimento dell'oocite, viceversa l'atrofia di questo nella operaia è in relazione col non avvenuto vuotamento della camera stessa. Ora questo fatto unito a quello della presenza di nuclei polimorfi nelle cellule nutrici delle operaie, mentre è in perfetta antitesi con la teoria di Korschelt, offre campo ad alcune considerazioni sulla fisiologia delle camere di nutrizione.

È interessante notare che Paulcke si trattiene sul fatto, da lui riscontrato nella regina dell'Ape, che le dimensioni delle camere nutrici per un tratto assai esteso dell'ovario non accennano affatto a diminuire. Ma d'altra parte l'attività delle cellule nutrici dovrebbe essere iniziata fino da allora che esse mostrano i nuclei irregolari, ciò che il reperto di Paulcke contraddice, perchè cellule nutrici a nucleo irregolare si presentano in un numero grandissimo di camere per l'estensione di ciascun ovariolo assai innanzi che una riduzione delle stesse sia visibile, o che per lo meno l'oocite si mostri notevolmente accresciuto.

Lécaillon nota a proposito del lavoro di Paulcke sull'Ape, che vi sarebbe una fagocitosi delle cellule nutrici da parte dell'oocite, ma quando esse hanno già perduto la loro attività funzionale. Ora questa attività funzionale, se come sembra logico, deve giudicarsi dall'accrescimento del tuorlo nell'oocite, comincia a mostrarsi in modo evidente solo allora quando avviene il vuotamento della camera nutrice. Il termine dell'attività nutritiva della camera nutrice rispetto all'oocite consiste nel suo vuotamento.

Debbo qui notare che il significato dello zaffo protoplasmatico scoperto da Leydig e da Korschelt proprio nel *Bombus*, che trovasi pure nell'Ape e che io ho riscontrato anche nelle *Polistes* e che mette in relazione la camera nutrice con l'oocite, è quello di mantenere stabile tale relazione fino al momento opportuno, mentre per lungo tempo il passaggio della sostanza nutritiva non è che minimo e affatto secondario.

Nelle operaie sterili, malgrado l'esistenza di un tale zaffo protoplasmatico, la camera nutrice non si vuota.

Sembrerebbe inutile l'esistenza di esso per chi non consideri che i nuclei epiteliali che gli si addossano, dopo la sua retrazione chiudono la camera ovarica separandola dalla camera nutrice, così che è resa impossibile ogni ulteriore comunicazione.

È in grazia di questa comunicazione che per esempio l'oocite di una operaia potrà accrescersi quando si verifichino condizioni opportune per il vuotamento della camera. Non è illogico pensare per quanto già sappiamo che questo processo fisiologico sia legato alla nutrizione, nel senso che essa sarebbe capace di indurre nella camera nutritiva modificazioni tali da rendere possibile il suo vuotamento, e nell'oocite l'attiva formazione del tuorlo.

Per quanto riguarda altri particolari di struttura dell'ovario dei *Bombus* i miei risultati si accordano in generale con quelli di Gross (*B. terrestris* e *B. pratorum*).

Benchè non mi sia fermato in modo speciale sui processi della differenziazione dell'uovo e delle cellule nutrici, credo interessante tuttavia ricordare di aver trovato sicuri accenni ai fenomeni descritti da Giardina nel *Dytiscus*.

Nel *Bombus* ho trovato gruppi di cellule provenienti dalle ultime oogonie e che in modo evidente stanno a rappresentare l'origine comune dell'oocite e delle cellule nutrici. Credo che questo fatto dia un valido appoggio all'opinione di Giardina, che fenomeni simili a quelli del *Dytiscus* avvengono pure nell'Ape, tanto più che anche nella *Polistes* io ho trovato stadî di rosetta.

Come ho già detto estesi le mie ricerche anche alle Vespe, e scelsi la *Polistes*, perchè è ben conosciuto nella *Polistes* il fenomeno della partenogenesi.

La struttura dell'ovario della *Polistes gallica* è assai simile a quella della *Vespa vulgaris*, studiata da Gross.

Nelle cellule nutrici della *Polistes* trovai nuclei presso che regolari così nelle operaie come nelle regine. Il fatto delle operaie dei Bombi con nuclei irregolarissimi si può contrapporre a quello della *Polistes*, come della *Vespa vulgaris*, dove il nucleo delle cellule nutrici della regina è presso chè regolare.

Anche nella *Polistes* si riscontra il vuotamento delle camere, eccetto che nelle operaie sterili. In queste sono assai frequenti le degenerazioni delle camere nutrici come dell'oocite.

Del pari Bickford ha trovato nelle operaie delle formiche, abbastanza frequente la degenerazione delle camere nutrici (corpora lutea di Stein), attribuendo a questo fatto un valore assai diverso perchè secondo il suo modo di vedere sarebbe favorevole alle vedute di Weissmann.

L'autore d'altra parte non si è fermato sulla distinzione tra vuotamento

della camera nutrice e degenerazione di essa; anche nel primo caso la camera nutrice lascia un residuo, ma nel secondo si ha pure la degenerazione dell'oocite.

Nelle *Polistes* il vuotamento delle camere è più lento che nei *Bombus*. In questi come nelle *Polistes* i nuclei delle cellule nutrici non passano mai nell'oocite, come avverrebbe nell'Ape secondo Paulcke.

Invece nell'oocite della *Polistes* si trovano spesso numerosi nuclei, la natura epiteliale dei quali in altri Imenotteri è generalmente ammessa (Korschelt, Henneguy, Gross) sebbene non sia determinata definitivamente per quanto riguarda il modo come si originano.

Innanzi tutto come Gross nella *Vespa* io ho trovato in *Polistes* nuclei nell'oocite prima della formazione delle camere, e derivanti come ammette pure Gross dall'immigrazione dei nuclei epiteliali sparsi tra gli oociti.

Quando poi si sono formate le camere, la derivazione di tali nuclei avviene secondo Gross dai nuclei epiteliali che trovansi sparsi tra le cellule nutrici e che, noto per incidenza, a mio vedere rappresentano rudimenti di follicoli (le cellule nutrici essendo riconosciute come uova abortive).

Nella *Polistes* invece tutto mi spinge a ritenere che i nuclei che migrano nell'oocite dopo la formazione delle camere si originino piuttosto dal follicolo dell'oocite stesso. Essi poi in seguito (per un'azione chemiottica?) vanno a disporsi attorno alla vescicola germinativa, così da dar l'apparenza che la vescicola germinativa abbia gemmato come già fu sostenuto dal Blochmann.

Quindi per il modo come si originano tali nuclei si possono riavvicinare alle cosidette Testazellen delle Ascidie, sebbene queste abbiano un diverso significato rispetto al termine della loro funzionalità.

Negli insetti tali nuclei in questione possono in ogni modo indicarsi come nuclei epiteliali del tuorlo, da distinguersi bene dai semplici nuclei del tuorlo (Dotterkerne).

Per una via diversa da quella finora seguita da altri autori, cioè mediante il paragone tra il modo di comportarsi delle cellule nutrici nelle operaie e nelle regine degli insetti sociali, indirettamente io sono giunto a conclusioni che contrastano con la nota teoria di Korschelt. Secondo questa teoria le deformazioni del nucleo, come ho gia accennato, starebbero ad indicare una intima connessione tra nucleo e citoplasma favorevole all'attività secretoria.

Il solo Giardina tra i diversi autori ha sollevato dei dubbî in modo esplicito, egli crede « improbabile che una formazione così fatta ove i varî rami intrecciandosi, conservano sempre la loro indipendenza, possa essersi originata e poi possa sussistere lungo tempo immutata per virtù solo di un certo grado di tensione dipendente dal chimismo cellulare ».

È qui opportuno ricordare che altre idee di Korschelt riguardanti i rapporti tra camera di nutrizione e oocite, non hanno più presentemente lo stesso valore che l'autore gli attribuiva.

Molto suggestiva è la figura di Korschelt sul *Dytiscus*, riportata da diversi autori, nella quale si mostra la vescicola germinativa emittente degli pseudopodi verso la sostanza segregata dalle cellule nutrici, che passa nell'uovo sotto forma di una corrente citoplasmatica contenente dei granuli.

Per quanto riguarda il processo fisiologico generale per cui l'oocite diviene ricco di tuorlo, questa figura non può valere come uno schema generale.

Da una parte le cellule nutrici non elaborano di solito una sostanza con una struttura simile a quella che poi diviene caratteristica del tuorlo, dall'altra i movimenti ameboidi della vescicola germinativa ammessi da Korschelt e da De Bruyne vennero negati da Giardina nello stesso *Dytiscus* e da Lécaillon nei Collemboli.

Neppure nei Bombi e nella *Polistes* si mostra alcuna deformazione della vescicola germinativa, nè il passaggio di alcun corpo figurato dalle cellule nutrici nell'uovo. Questo ultimo caso sembra eccezionale negli insetti, si riscontra è vero, ad esempio nella *Panorpa communis*, secondo Gross, ma di solito, secondo lo stesso autore, non si può alle cellule nutrici degli insetti adattare l'antica denominazione di Stein di cellule formatrici del tuorlo (Dotterbildungszellen).

Già Lécaillon ha voluto limitare la funzionalità delle cellule nutrici alla segregazione di fermenti solubili che l'uovo utilizzerebbe in seguito.

Dalle mie ricerche risulta poi che non vi è alcun rapporto tra la deformazione del nucleo delle cellule nutrici e il loro modo di funzionare. Io mi trovo perciò in certo modo costretto a tentare un'altra spiegazione del polimorfismo di tali nuclei. Senza ritenere questa spiegazione esauriente, io la espongo perchè trova il suo appoggio in un insieme di fatti ben determinati.

Koujawski contrariamente a Korschelt ha già ammesso che il nucleo non limita la sua azione al contatto, ma che vi è un continuo ricambio tra nucleo e citoplasma. Sembrerebbero allora affatto superflue così le maggiori dimensioni del nucleo, come le sue ramificazioni che secondo certi autori hanno il significato di stabilire una più ampia connessione tra nucleo e citoplasma.

È noto che R. Hertwig ha trovato nei Parameci e negli Actinosferi affamati un forte accrescimento del nucleo.

Riguardo alle grandi dimensioni dei nuclei delle cellule nutrici è necessario ricordare che nelle uova abortive il nucleo si presenta assai grande e mostra una ipertrofia degenerativa.

Ora da Will in poi le cellule nutrici si riguardano appunto come « abortive Eizellen ».

È pure notevole che la fine divisione della sostanza cromatica nei nuclei delle cellule nutrici può ricondursi per le stesse ragioni a quei fenomeni che Flemming ha denominato fenomeni di cromatolisi, mentre per Korschelt e per molti altri autori tra i quali Paulcke, un tale polverizzamento della sostanza cromatica starebbe ad indicare l'attività secretoria, precisamente come si esprime Peter « Je intensiver die individuelle Thätigkeit der Zelle ist, desto feiner vertheilt sich die chromatische Substanz im Kern ».

La presenza di nuclei annulari nelle cellule nutrici di diversi insetti (Ditteri, Lepidotteri, Imenotteri) si ricollega così alle grandi dimensioni del nucleo come ai caratteri degenerativi della cellula.

Quei nuclei annulari che Arnold ha riscontrato per il primo nelle cellule midollari e nelle cellule giganti della midolla delle ossa, che Bellonci ha ritrovato nelle spermatogonie dei Tritoni, che poi diversi autori hanno descritto in diversi organi ed organismi, accompagnano talora delle formazioni senili. Raffaele ha trovato nuclei annulari nel sincizio perilecitico dei pesci ossei.

La idea di interpretare in taluni casi questi nuclei come forme amitotiche degenerate non è nuova, ma non aveva finora trovato nei fatti una conferma sufficiente.

Il Solger nell'epitelio della *Cymbulia* ha interpetrato i nuclei annulari (Ringkerne) come forme amitotiche degenerate.

È interessante notare come i nuclei forati si comportano nelle cellule nutrici degli insetti dei quali Gross ci ha dato notizia.

Io ritengo che tra nuclei annulari e nuclei polimorfi esista una intima relazione.

Nell'*Andrena clarkella* il nucleo annulare si frammenta in tre parti secondo un processo che mi sembra simile a quello che Nemiloff recentemente ha descritto nei leucociti dello strato linfoide del fegato degli Anfibi.

Nel *Tabanus tropicus* si trovano nuclei annulari che poi si spezzano da un solo lato, e che per ciò in modo evidente fanno passaggio al nucleo polimorfo.

Nello *Spilosoma menthastri* vi sono pure nuclei forati che seguono un processo simile, e come nella *Deilephila elpenor* conducono al polimorfismo.

Infine la relazione già accennata da diversi autori tra nuclei annulari e nuclei polimorfi, la coesistenza di questi con nuclei in amitosi, sembra favorevole all'ipotesi che i nuclei polimorfi in taluni casi e sopratutto nelle cellule nutrici rappresentino tentativi abortiti di amitosi. Nell'intestino medio degli Isopodi talora vicino a nuclei in amitosi si trovano nuclei polimorfi.

È notevole che quando il nucleo è regolare come nella *Vespa vulgaris* secondo Gross e nella *Polistes* secondo le mie ricerche esso presenta ancora forme amitotiche, mentre quando è irregolare come nel *Bombus* non si divide più.

I fenomeni di amitosi qui accennati non riguardano la differenziazione dell'oocite e rispettive cellule nutrici, ma sono posteriori a questo differenziamento e si riscontrano nelle camere di nutrizione a completo sviluppo. E poichè la camera di nutrizione è destinata a scomparire, un tale fenomeno è in accordo colla teoria di Ziegler e di Vom Rath.

Noto da ultimo che i primi stadî di deformazione del nucleo delle cellule nutrici ricordano spesso i primi studî dell'amitosi, nell'istesso modo che vi sono tutti i gradi di passaggio tra nuclei in amitosi e nuclei polimorfi.

Anche il Gross sembra avere intuito il rapporto che ho espresso, là dove scrive: « Die in ihren Extremen so verschiedenartigen Kernformen von *Andrena* und *Bombus* sind also durch Uebergänge vermittelt ».

L'ipotesi di considerare i nuclei polimorfi come tentativi di amitosi falliti trova adunque nei fatti un valido appoggio.

Con ciò io non escludo rispetto alla deformazione altre minori concause, per cui con Giardina le forme dei nuclei delle cellule nutrici si possono ridurre a forme dovute a cause complesse.

Giardina si riferisce all'azione concomitante dell'accrescimento in volume del nucleo e della formazione di sporgenze citoplasmatiche dentro di esso.

In ogni modo Giardina nel suo pregevole lavoro sulla deformazione dei nuclei ha pure manifestato idee che ben si accordano con quelle da me esposte: « Non vi può essere alcun dubbio, così si esprime Giardina, che la divisione diretta e tutti gli svariati processi di frammentazione del nucleo siano fenomeni della stessa natura della deformazione polimorfa e che differiscano da questa solo di grado ».

Sebbene per l'influenza della teoria di Korschelt il fenomeno fosse interpretato in altro modo, tuttavia non sfuggì anche ad altri autori il rapporto tra l'amitosi e il polimorfismo del nucleo, in particolar modo lo Ziegler si esprime in termini molto chiari dicendo: « Dass die amitotische Teilung und die Verzweigung der Kerne physiologisch und morphologisch zusammengehörige Erscheinungen sind ».

Fisiologia. — *Il ricambio respiratorio sul Monte Rosa.* Nota del dott. Alberto Aggazzotti, presentata dal Socio A. Mosso.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

PERSONALE ACCADEMICO

Il Vicepresidente Blaserna dà il triste annuncio della morte del Socio nazionale senatore Gaetano Giorgio Gemmellaro, mancato ai vivi il 16 marzo 1904; faceva parte il defunto Socio dell'Accademia, per la Geologia e Mineralogia, sino dal 10 maggio 1879. Lo stesso Vicepresidente aggiunge che il 7 marzo 1904 è morto il Socio straniero Ferdinando Fouqué, il quale apparteneva all'Accademia, per la Cristallografia e Mineralogia, sino dal 9 agosto 1899.

Il Vicepresidente aggiunge che ai funerali del Socio Gemmellaro, l'Accademia fu rappresentata dal Socio Borzì; e comunica una lettera della famiglia Gemmellaro che ringrazia l'Accademia della parte presa al lutto da cui fu colpita.

PRESENTAZIONE DI LIBRI

Il Segretario Cerruti presenta le pubblicazioni giunte in dono, segnalando quelle del Socio S. Pincherle, del Corrispondente E. Pascal e del Socio straniero A. Lockyer; fa inoltre particolare menzione di alcuni volumi della Società francese di fisica e della Società geologica e di storia naturale di Wisconsin.

Il Socio Cannizzaro offre, a nome dell'autore prof. H. Moissan, l'opera: *Traité de Chimie minérale*, e fa omaggio della pubblicazione del prof. E. Pollacci intitolata: *Diffusion de l'acide sulfocyanique dans les deux règnes organiques. Son action sur le calomel.*

Il Corrispondente Nasini presenta i volumi sinora apparsi nel *Catalogo internazionale della letteratura scientifica*, dando varie notizie sul modo in cui questa pubblicazione procede e sui lavori compiuti.

Il Vicepresidente Blaserna aggiunge alcune considerazioni sulla importanza e sulla utilità dell'opera così bene iniziata, esprimendo anche a nome dell'Accademia il desiderio che ne sia assicurata la continuazione.

Il socio Grassi fa la proposta, svolgendone le ragioni, che nel Catalogo sia contemplata anche la Patologia.

Il Socio Pirotta osserva che per quanto riguarda il volume della Botanica, anche la Patologia vegetale vi fu inclusa.

La proposta del Socio Grassi, posta ai voti dal Vicepresidente, è approvata dalla Classe.

CORRISPONDENZA

Il Segretario Cerruti dà conto della corrispondenza relativa al cambio degli Atti.

Ringraziano per le pubblicazioni ricevute:

La R. Accademia delle scienze di Lisbona; l'Accademia delle scienze di New York; la Società Reale di Londra; la Società geologica di Ottawa; la Società geodetica di Washington; la Società geografica del Cairo; i Musei di storia naturale di Amburgo e di New York; l'Istituto Smithsoniano di Washington; l'Osservatorio astronomico di San Fernando; la R. Università di Upsala.

V. C.